

ARMIERTER BETON.

1916. August.

INHALT

Über die Bestimmung von Eisenbetonquerschnitten bei exzentrischen Druckkräften. Von Dipl.-Ing. Walther Kunze. S. 185.

Einige Bemerkungen über Beton- und Eisenbetonversuche und deren Ergebnisse. Von C. Bach. (Schluß von S. 159). S. 200.

Literaturschau. Bearbeitet von Bauamtmann Dr.-Ing. R. Schober (Dresden). S. 202.

Verschiedene Mitteilungen: Meldestelle der Stückschlackenkommission. S. 205. — Endgültiges über die Kriegsklausel. Der Krieg als „höhere Gewalt“. S. 205. — Die zivilrechtlichen Wirkungen militärischer Warenbeschlagnahmen auf bestehende Lieferungsverträge. S. 206. — Besondere Ersparnisse des Verkäufers bei der Verfrachtung geschehen zugunsten des Käufers. S. 206. Bücherbesprechungen. S. 207.

ÜBER DIE BESTIMMUNG VON EISENBETONQUERSCHNITTEN BEI EXZENTRISCHEN DRUCKKRÄFTEN.

Von Dipl.-Ing. Walther Kunze.

Es ist bekanntlich immer zweckmäßig, bei einem Bauwerke die Mittelkraft der äußeren Lasten möglichst durch den Schwerpunkt der Tragteilquerschnitte zu führen, d. h. Säulen so zu stellen, daß ihre Achse mit der Mittelkraft zusammenfällt, oder Gewölbe so zu formen, daß sich ihre Achse mit der Stützlinie deckt. Nur dann kann der Querschnitt in allen Schichten bis zur zulässigen Spannung ausgenützt werden. Jedoch kann dieses Verfahren nur bei ruhenden Lasten in Frage kommen, und auch dann ist seine Anwendung oft infolge besonderer Umstände unmöglich.

Verläuft die Kraftlinie nicht durch den Schwerpunkt des Querschnittes, so spricht man von exzentrischer Belastung. Diese wird verursacht: entweder durch eine exzentrisch wirkende Längskraft oder durch das Zusammenwirken eines Biegemoments und einer Längskraft. In beiden Fällen ist das Bild der inneren Kräfte, sind die entstehenden Spannungen die gleichen. Bei homogenen Baustoffen berechnet man die Spannungen nacheinander, wie sie sich einesteils aus der reinen Biegung, andernteils aus der Achsenkraft allein ergeben — gegebenenfalls zerlegt man die Wirkung einer exzentrischen Längskraft in diejenige einer Achsenkraft und eines Biegemoments — und addiert die Biege- und Achsenkraftspannungen.

Bei den zusammengesetzten Querschnitten des Eisenbetonbaus ist dieses Verfahren nur so lange möglich, als die entstehenden Zugspannungen eine Rissebildung noch nicht befürchten lassen. Treten aber am Zugrande im Beton darüber hinausgehende Spannungen auf, so nehmen die Eisen allein die inneren Zugkräfte auf, während der Beton unterhalb der Nullinie als statisch nicht mehr wirksam anzusehen ist und nur der oberhalb der Nullinie liegende Teil des Betonquerschnittes an der Aufnahme der inneren Kräfte beteiligt ist.

Man darf dann beim Verbundquerschnitte nicht, wie beim homogenen, zunächst die Wirkung des Biegemoments allein behandeln, für dieses die Nullinie und die Randspannungen bestimmen und dann die aus der reinen Druckwirkung der Längskraft entstehenden Normalspannungen algebraisch oder graphisch addieren. Denn dadurch, daß zum Moment eine Achsendruckkraft hinzutritt, vergrößert sich die Druck-Randspannung und verringert sich die Zug-Randspannung, und damit rückt die Nullinie vom Druckrande ab. Die Druckzone vergrößert sich, der statisch wirksame Querschnitt wird größer und infolgedessen werden die wirklichen Randspannungen andere als die wie bei homogenen Querschnitten berechneten.

Die Größe des wirksamen Teiles eines vorgelegten Querschnittes ist eine Funktion des Verhältnisses der Achsenkraft zum Biegemoment.

Hierdurch entstehen für den Eisenbeton Komplikationen, die beim Eisenbau nicht vorkommen.

Immerhin kann die Rechnung nach der Formel

$$\sigma = \pm \frac{M}{W} + \frac{N}{F}$$

für überschlägliche Rechnungen angewandt werden.

Die Ableitung einer Formel, welche die Nulllinienverschiebung infolge der Normalkraft berücksichtigt, hat zuerst Mörsch gegeben. Es ist mit Rücksicht auf die Klarstellung der Zusammenhänge notwendig, die Ableitung hier wiederzugeben, obgleich sie allgemein bekannt ist.

Vgl. Mörsch, Eisenbetonbau, 4. Aufl. S. 215. — Es gelten die auf Seite 187 Fig. 1 ersichtlichen Bezeichnungen.

Gleichung der Kräfte:

$$N = \frac{\sigma_b}{2} b x + F_e' \sigma_e' - F_e \sigma_e \dots (1a)$$

Gleichung der Momente

bezogen auf die Mittellinie $m-m$:

$$\left. \begin{aligned} M &= \frac{\sigma_b}{2} b x \left(\frac{H}{2} - \frac{x}{3} \right) \\ &+ F_e' \sigma_e' \left(\frac{H}{2} - c' \right) + F_e \sigma_e \left(\frac{H}{2} - c \right) \end{aligned} \right\} \dots (1b)$$

Verhältnissgleichungen der Spannungen:

$$\sigma_e = n \sigma_b \frac{H - x - c}{x}; \quad \sigma_e' = n \sigma_b \frac{x - c'}{x} \dots (1c)$$

Hieraus folgt die bekannte

Kubische Gleichung:*)

$$\frac{x^3}{6} N - x^2 \left(N \frac{H}{4} - \frac{M}{2} \right) +$$

$$\frac{x n}{b} \left[M (F_e' + F_e) - N \left\{ F_e' \left(\frac{H}{2} - c' \right) - F_e \left(\frac{H}{2} - c \right) \right\} \right]$$

$$- \frac{N n}{b} \left[- F_e' c' \left(\frac{H}{2} - c' \right) + F_e \left(\frac{H}{2} - c \right) (H - c) \right]$$

$$- \frac{M n}{b} \left[F_e' c' + F_e (H - c) \right] = 0 \dots (1d)$$

Neuerdings hat Löser in „Beton und Eisen“ 1913 Heft XI und XII diese Gleichung angefochten:

Mörsch und die auf dessen Ableitung fußenden Verfasser messen die Exzentrizität von der Querschnittsmitte aus und beziehen — infolgedessen kommen sie zu richtigen Ergebnissen — die Momente der inneren Kräfte auch auf die Querschnittsmitte. Demgegenüber weist Löser darauf hin, daß man zu Beginn des Entwurfes oft die Lage der Rahmen- oder Gewölbe-mittellinie noch nicht kennt. Dann ist auch der Abstand der Längskraft von der Rahmenmittellinie, von dem Mörschs Gleichung ausgeht, zunächst nicht bekannt. Hingegen kennt man von Anfang an, vor allem bei statisch unbestimmten Systemen, den Verlauf der Rahmenachse, wo-

*) Wenn man diese Gleichung durch N dividiert, für $\frac{M}{N}$ den Hebelarm a setzt und die Glieder nach x ordnet, erhält man die Gl. 7'' auf S. 189.

bei unter Rahmenachse der geometrische Ort aller Querschnittsschwerpunkte verstanden ist, die sich aus den statisch wirksamen Flächenelementen ergeben. Löser gibt deshalb eine Ableitung, der die „Achsenexzentrizität“ an Stelle der „Mittenezentrizität“ bei Mörsch zugrunde gelegt ist.

Die Größe s_0 — der Abstand des Schwerpunktes vom Druckrande — ist bei Beginn der Rechnung noch unbekannt, denn zunächst ist noch nicht bestimmt, wie groß der wirksame Teil des Querschnittes ist. Dieser setzt sich zusammen aus dem $n=15$ -fachen Querschnitte der Eisen und dem oberhalb der Nulllinie gelegenen Betonquerschnitt, der Druckzone des Betons. Da die Lage der Nulllinie erst berechnet werden soll, ist am Anfange diese und damit auch der wirksame Teil des Querschnittes, sowie alsdann dessen Schwerpunktslage im Querschnitte unbekannt. Da die Momente auf diese in ihrer Lage im Querschnitte noch unbekannte Achse bezogen werden, wird die Gleichung in x um einen Grad höher als bei Mörsch. Sie wird vierten Grades und lautet an der oben genannten Stelle:

$$\left. \begin{aligned} 0 &= x^4 + x^3 (4 \mathfrak{F} - 6 e) - 6 x^2 (2 \mathfrak{S} + 3 e \mathfrak{F}) \\ &+ 12 x (\mathfrak{T} + e \mathfrak{S} - e \mathfrak{F}^2) \\ &+ 12 (\mathfrak{T} \mathfrak{F} - \mathfrak{S}^2 + e \mathfrak{F} \mathfrak{S}) \end{aligned} \right\} \dots (2a)$$

Darin bedeutet

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{F} &= \frac{n}{b} (F_e + F_e'); \quad \mathfrak{S} = \frac{n}{b} (F_e h + F_e' c'); \\ \mathfrak{T} &= \frac{n}{b} (F_e h^2 + F_e' c'^2) \end{aligned} \right\} \dots (2b)$$

Der Zusammenhang dieser Gleichung mit der von Mörsch (1d) und mit der Gleichung für Querschnitte, bei denen auch die Zugzone des Betons mitwirkt — diese sollen von nun an „voll wirksame Querschnitte“ genannt werden —, soll dargestellt werden durch folgende

Zusammenfassende Herleitung der Formeln.

Zugrunde gelegt sei zunächst

der vollwirksame Querschnitt.

Die Gleichungen sind so gefaßt, daß sie sowohl, wenn die Nulllinie innerhalb, wie wenn sie außerhalb des Querschnittes liegt, — insbesondere hinsichtlich der Vorzeichen — Gültigkeit besitzen. (Daher die bisweilen sonderbar erscheinende Form.)

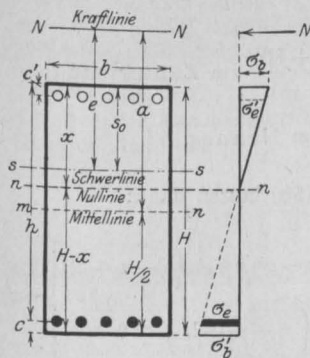


Fig. 1.

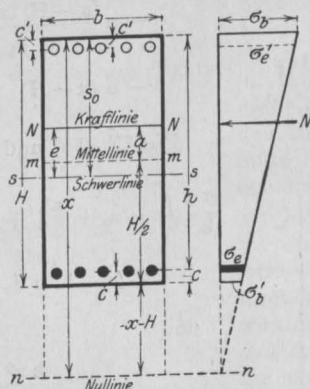


Fig. 2.

Unter der Belastung mit der Längskraft N entstehen in dem Querschnitte folgende innere Kräfte:

A) im Beton.

1. Vom oberen Rande bis zur Nulllinie:

$$+ \sigma_b \frac{b x}{2} \text{ (immer positiv) } \dots \quad (3a)$$

2. Vom unteren Rande bis zur Nulllinie:

$$\left. \begin{aligned} + \sigma_b' b \frac{H-x}{2} &= + \left(\sigma_b \frac{x-H}{x} \right) b \frac{H-x}{2} \\ &= - \sigma_b b \frac{(H-x)^2}{2 x} \end{aligned} \right\} \quad (3b)$$

(immer negativ).

B) in den Eisen.

3. In den oberen Eisen:

$$+ F_e' \sigma_e' = + F_e' \left(\sigma_b \frac{x-c'}{x} n \right) \dots \quad (3c)$$

(immer positiv).

4. In den unteren Eisen:

$$+ F_e \sigma_e = + F_e \left(\sigma_b \frac{x-h}{x} n \right) \dots \quad (3d)$$

(positiv, wenn $x > h$; negativ, wenn $h > x$).

(Die Anwendung dieser Gleichungen sowohl auf Fig. 1, wie auf Fig. 2 zeigt, daß sie tatsächlich die oben angegebene allgemeine Gültigkeit besitzen.)

Die

Momente der inneren Kräfte,

bezogen auf die **Kraftlinie**,

welche nachstehend zunächst für die einzelnen Querschnittsteile getrennt aufgeführt werden, um den Einfluß jedes Gliedes erkennen zu lassen, lauten wie folgt:

Moment der Kraft 1:

$$\left(+ \frac{b x}{2} \sigma_b \right) \left(e - s_0 + \frac{x}{3} \right) \dots \quad (4a)$$

Moment der Kraft 2:

$$\left(- b \frac{(H-x)^2}{2 x} \sigma_b \right) \left(e - s_0 + H + \frac{x-H}{3} \right) \dots \quad (4b)$$

Moment der Kraft 3:

$$\left(+ n \frac{x-c'}{x} F_e' \sigma_b \right) \left(e - s_0 + c' \right) \dots \quad (4c)$$

Moment der Kraft 4:

$$\left(+ n \frac{x-h}{x} F_e \sigma_b \right) \left(e - s_0 + h \right) \dots \quad (4d)$$

Die Summe der vorstehenden Momente ist, da die äußere Kraft durch den Bezugspunkt der Momente hindurchgeht, gleich 0 zu setzen. Die Größe der Kraft N kommt in der nunmehr zu entwickelnden Gleichung für x nicht vor. Daraus ergibt sich unmittelbar die Unabhängigkeit des Wertes x von N , was in der kubischen Gleichung in Form der Gl. (1d) nicht hervortritt.

Momentengleichung.

$$\left. \begin{aligned} & \frac{b x^2}{2} \left(e - s_0 + \frac{x}{3} \right) \\ & - b \frac{(H-x)^2}{2} \left(e - s_0 + H + \frac{x-H}{3} \right) \\ & + (x-c') n F_e' \left(e - s_0 + c' \right) \\ & + (x-h) n F_e \left(e - s_0 + h \right) = 0 \end{aligned} \right\} \quad (5a)$$

Hierbei hat der Schwerpunktsabstand vom Druckrande (s_0) die folgende Größe: — hergeleitet durch die Gleichsetzung der statischen Momente —

$$s_0 = \frac{\frac{b x^2}{2} - b (x-H) (x+H) \frac{1}{2} + n (F_e' c' + F_e h)}{b x - b (x-H) + n (F_e' + F_e)} \quad (5b)$$

Während für die unten folgenden Betrachtungen von den Gl. (5a) und (5b) selbst ausgegangen werden muß, können diese für den

Fall des voll wirksamen Querschnittes durch Zusammenfassung wie folgt vereinfacht werden:

$$\left. \begin{aligned} & x b H \left(e - s_0 + \frac{H}{2} \right) \\ & + x n \left[F_e' (e - s_0 + c') + F_e (e - s_0 + h) \right] \\ & - \frac{b H^2}{2} \left(e - s_0 + \frac{H}{3} \right) \\ & - n \left[F_e' c' (e - s_0 + c') + F_e h (e - s_0 + h) \right] = 0 \end{aligned} \right\} \quad (6a)$$

linear in x ,

$$s_0 = \frac{\frac{b H^2}{2} + n (F_e' c' + F_e h)}{H b + n (F_e' + F_e)} \quad \dots (6b)$$

(Schwerpunktsabstand vom Druckrande)
unabhängig von x .

Zweckmäßiger als nach Gl. (6a) und (6b) rechnet man statisch voll wirksame Querschnitte

in (5b):

$$\begin{aligned} & - b \frac{(x-H)(x+H)}{2} \text{ im Zähler und} \\ & - b (x-H) \text{ im Nenner.} \end{aligned}$$

Die Gl. (5a) und (5b) lauten dann:

$$\left. \begin{aligned} & \frac{x^2 b}{2} \left(e - s_0 + \frac{x}{3} \right) + x - c' n F_e' (e - s_0 + c') \\ & + (x-h) n F_e (e - s_0 + h) = 0 \end{aligned} \right\} \quad (6a')$$

und

$$s_0 = \frac{\frac{b x^2}{2} + n (F_e' c' + F_e h)}{b x + n (F_e' + F_e)} \quad \dots (6b')$$

Hier ist die Schwerpunktslage eine Funktion der Nulllinienordinate x .

Durch Einsetzung der Größe s_0 aus Gl. (6b') in Gl. (6a') und Zusammenfassungen erhält man, wenn man zugleich durch b kürzt und für $\frac{F_e}{b}$ bzw. $\frac{F_e'}{b}$ die Größen f_e bzw. f_e' setzt, die Gleichung:

$$\left. \begin{aligned} & \frac{x^4}{12} - x^3 \left(\frac{e}{2} - \frac{n}{3} (f_e' + f_e) \right) \\ & - n x^2 \left(\frac{3}{2} e (f_e' + f_e) + f_e' c' + f_e h \right) \\ & - x \left(n^2 e (f_e' + f_e)^2 - n e (f_e' c' + f_e h) - n (f_e' c'^2 + f_e h^2) \right) \\ & - n^2 \left((f_e' c' + f_e h)^2 - f_e' + (f_e) (e (f_e' c' + f_e h) + f_e' c'^2 + f_e h^2) \right) = 0 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

nach der Superpositionsmethode, die ja auch hierfür allgemein üblich ist:

$$\sigma = \pm \frac{M}{W} + \frac{N}{F}.$$

Im Falle des statisch nicht voll wirksamen Querschnittes

fällt in Gl. (5a) und (5b) der Teil weg, der die Mitwirkung der Betonzugzone darstellt. Das sind die Glieder:

in (5a):

$$- b \frac{(H-x)^2}{2} \left(e - s_0 + H + \frac{H-x}{3} \right),$$

Setzt man nun die von Löser aufgestellten Größen (vgl. Gl. (2b) Seite 186)

$$n (f_e + f_e') = \mathfrak{F}; \quad n (f_e h + f_e' c') = \mathfrak{C};$$

$$n (f_e h^2 + f_e' c'^2) = \mathfrak{Z}$$

ein, so ergibt sich aus Gl. (7) die **Lösersche** Gleichung:

$$\left. \begin{aligned} & \frac{x^4}{12} - \frac{x^3}{6} (3e - 2\mathfrak{F}) - \frac{x^2}{2} (3e\mathfrak{F} + 2\mathfrak{C}) \\ & - x (e\mathfrak{F}^2 - e\mathfrak{C} - \mathfrak{Z}) \\ & + (e\mathfrak{F}\mathfrak{C} - \mathfrak{C}^2 + \mathfrak{F}\mathfrak{Z}) = 0 \end{aligned} \right\} \quad (7')$$

Wenn $f_e' = 0$ oder $f_e' = f_e$ und damit $c' = c = H - h$ sind, werden die Hilfglieder \mathfrak{F} , \mathfrak{S} und \mathfrak{T} besonders einfach.

Setzt man in Gl. (7) für die von der Achse aus gemessene Exzentrizität e den aus der Figur ablesbaren Ausdruck

$$a + s_0 - \frac{H}{2},$$

führt man also die Mittenexzentrizität, nach Mörsch, ein, so bekommt man aus Gl. (7) die Gleichung:

$$\frac{x^3}{6} + x^2 \left(\frac{a}{2} - \frac{H}{4} \right) \quad (7'')$$

$$+ x \frac{n}{b} \left[f_e' \left(a - \frac{H}{2} + c' \right) + f_e \left(a - \frac{H}{2} + h \right) \right] \\ - \frac{n}{b} \left[f_e' c' \left(a - \frac{H}{2} + c' \right) + f_e h \left(a - \frac{H}{2} + h \right) \right] = 0$$

Vergleicht man Gl. (7'') mit Gl. (1d) auf Seite 3, so findet man, daß beide dasselbe besagen.

Es ist also in Vorstehendem die Gleichung für x abgeleitet worden, und zwar zunächst für den in allen seinen Teilen (Glieder 1–4 Seite 187) wirksamen Querschnitt — sowohl für *innerhalb* wie *außerhalb* des Querschnitts fallende Nullinie — unter Anwendung der Achsenexzentrizität.

Diese Gleichung ergab sich als linear in x .

Sodann ist durch Ausscheiden der meist als nicht wirksam anzusehenden Zugzone des Betons — immer noch unter Zugrundelegung der Achsenexzentrizität — die Gleichung umgeformt worden. Sie ergab sich als in x 4ten Grades und ließ sich durch Einführung der Lörserschen Glieder \mathfrak{F} , \mathfrak{S} und \mathfrak{T} als mit der Gleichung von Löser — (2a) Seite 186 — identisch erkennen.

Um zu versuchen, auf Mörschs Gleichung zu gelangen, wurde an Stelle der Achsenexzentrizität e die Mittenexzentrizität a , die Mörsch — wie erwähnt — anwendet, eingeführt. Das geschah mit Ersetzung der Größe e durch den Wert

$$a + s_0 - \frac{H}{2}$$

(vgl. Fig. 1 Seite 187). Dann ergab sich Gl. (7'') (siehe oben), welche in x dritten Grades ist. Deren Identität mit der Gleichung von Mörsch (1d Seite 186) ist ohne Mühe festzustellen.

Damit ist hinsichtlich der Formeln von Mörsch und von Löser der Nachweis erbracht, daß eine Formel so *richtig* ist wie die andere, daß man, wenn man nach Mörsch rechnen will, den Abstand der Längskraft von der Querschnittsmitte (u. U. von der Gewölbe-Mittellinie) aus messen muß (**a**), bei Lörsers Rechnungsweise hingegen den Abstand der Längskraft von der Querschnittsmitte (u. U. der statischen Wölbachse) (**e**) zu nehmen hat.

Jedes der beiden Verfahren hat sein bestimmtes Anwendungsgebiet, das von Mörsch eignet sich — schon wegen seiner größeren Einfachheit — für alle die Fälle, wo man den Abstand der Kraftwirkungslinie von der Querschnittsmitte kennt, das andere für die Fälle — und das sind wohl die häufigeren —, wo man zunächst ihren Abstand von der am Anfange des Entwurfes anzunehmenden Achse kennt. Beide Formeln sind jedoch für das Entwerfen sehr unhandlich.

Es sind daher auf Grund der obigen Ableitungen, besonders derjenigen von Mörsch, Querschnittsbestimmungs-Verfahren gegeben worden, auf welche hier nur kurz und erst am Ende der vorliegenden Arbeit eingegangen werden soll.

Erwähnt seien an dieser Stelle die Versuche an der Materialprüfungsanstalt der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart, die von C. Bach und O. Graf ausgeführt und in den „Forschungsarbeiten auf dem Gebiete der Ingenieurwissenschaften“ Heft 166 bis 169 veröffentlicht worden sind, und welche berufen sind, die Theorie der hier behandelten Frage zu befruchten. Für die Zwecke dieser Abhandlung sind die Versuchsergebnisse nicht eingehend verarbeitet worden; es ist aus ihnen nur der Schluß gezogen worden, daß die meist gemachte Annahme einer unwirksamen Zugzone des Betons eher gestützt als erschüttert worden ist.

Deshalb wurde auch in der folgenden Ableitung an dieser Annahme festgehalten.

Ein neues Verfahren zur Bestimmung der Größen H , f_e und f_e' .

In Folgendem wird ein Verfahren abgeleitet, bei dem das *Probieren* wegfällt, und das mit außerordentlicher Raschheit aus den allein gegebenen Größen N = Normalkraft und e = Achsenexzentrizität die Größe des Querschnittes und die erforderlichen Eiseneinlagen in ihrem günstigsten gegenseitigen Verhältnisse liefert. Da — wie oben erwähnt — meistens am Anfange der Berechnung die Achsenexzentrizität, jedoch nicht die Mittenexzentrizität der Kraftlinie bekannt ist, wird das Verfahren auf der Gleichung 4ten Grades für x (Gl. (7) oder (7') S. 188 u. 189), nicht auf der

kubischen Gleichung (nach Mörsch) (Gl. (1d) S. 186) aufgebaut. Setzt man in Gl. (7) oder (7'):

$$f_e' = 0 \text{ bzw. } f_e' = f_e,$$

$$h = 0,95 H, \quad c' = 0,05 H,$$

sowie $n = 15,$

und bestimmt man vorher

$$x = \alpha H,$$

d. h. entscheidet man vorher, welchen Teil des Betonquerschnittes man statisch nutzbar machen will, so erhält man aus den obigen Beziehungen eine Gleichung zwischen

$$H, e \text{ und } f_e.$$

Setzt man dann für e den Wert mH und für $f_e = \frac{F_e}{b}$ den Wert kH , so kann man die Gleichung durch H kürzen und erhält eine Gleichung zwischen m und k .

Das heißt: Zu jeder beliebigen, auf die Querschnittshöhe bezogenen Exzentrizität $m = \frac{e}{H}$ gehört eine ganz bestimmte Bewehrung $k = \frac{F_e}{H \cdot b}$.

Das Maß der relativen Exzentrizität (m) bestimmt die Größe der Eiseneinlage in Bruchteilen der Querschnittsfläche.

Die erwähnte Gleichung hat die Form:

$$a(k^2) + b(k^2 m) + c(k m) + d(k) + e(m) + f = 0 \quad (8)$$

Als etwas Willkürliches könnte zunächst die Bestimmung der Größe $\alpha = \frac{x}{H}$ erscheinen; α ist eine Funktion der Randspannungen. Wird z. B. festgesetzt, daß die Betondruck-Randspannung 40 kg/cm^2 ist und die Spannung in den Zugeisen 1200 kg/cm^2 , so würde nach der bekannten Gleichung

$$\frac{x}{H-c} = \frac{n \sigma_b}{n \sigma_b + \sigma_e} \cdot \dots \dots \dots (9)$$

gelten:

$$x = \frac{15 \cdot 40}{(15 \cdot 40) + 1200} \cdot (H - c) = \frac{600}{1800} \cdot 0,95 H.$$

Setzt man andere Spannungsgrenzwerte fest, so ändert sich α . Es ist keineswegs immer zweckmäßig, beide Spannungsmaße möglichst hoch zu wählen, da man durch die Festsetzung eines großen Wertes für σ_e die Druckzone klein macht. Auf diese Frage wird später zurückgekommen werden.

Bisher ist gezeigt worden, wie man vermittelt des vorher festgesetzten Wertes $\alpha = \frac{x}{H}$ — um einen geometrischen Ausdruck zu gebrauchen — zunächst die **Gestalt** des Querschnittes bestimmt. Die **Größe** des in seinem Bewehrungsgrade nunmehr bestimmten Querschnittes wird durch folgende Kräftegleichung ermittelt:

$$N = \sigma_b \cdot \frac{\frac{x^2}{2} - n f_e (h - x)}{x} \quad (\text{bei } f_e' = 0) \dots (10a)$$

$$N = \sigma_b \cdot \frac{\frac{x^2}{2} + n f_e (2x - H)}{x} \quad (\text{bei } f_e' = f_e) \dots (10b)$$

Hierin ist $f_e = \frac{F_e}{b}$ und N ist die Normalkraft auf die Querschnittsbreite „1“.

In die Gl. (10) wird eingesetzt:

$$\sigma_b = 40 \text{ kg/qcm},$$

$$h = 0,95 H,$$

$$x = \alpha H$$

(wobei α ein fester Zahlenwert ist)

und

$$f_e = kH$$

(wobei k der für das gegebene Verhältnis $e:H = m$ aus der Gleichung nach (8) berechnete feste Zahlenwert ist).

Dann lauten die Gl. (10) wie folgt:

(z. B. Gl. (10a))

$$N = 40 \cdot \frac{\frac{\alpha^2 H^2}{2} - 15 k H (0,95 H - \alpha H)}{\alpha H} \dots (10a')$$

Durch Kürzen mit H und Zusammenfassen der Zahlenfaktoren gelangt man dann zu der linearen Gleichung:

$$H = k_1 N.$$

Da $f_e = kH$ und $H = k_1 N$, ist $f_e = k k_1 N$,

$$f_e = k_2 N.$$

Die Bestimmung der Beiwerte k_1 und k_2 sei gezeigt an folgendem

Beispiel.

Aufgabe: Vorgelegt sei ein Belastungsfall mit der Exzentrizität $e = 2H$.

Es sollen folgende Bedingungen erfüllt werden:

$$f_e = f_e', \quad \sigma_b = 40 \text{ kg/qcm}, \quad \sigma_e = 900 \text{ kg/qcm}, \\ h = 0,95 H, \quad c' = 0,05 H.$$

Wie groß sind die Werte k_1 und k_2 ?

Lösung:

$$x = \frac{15 \sigma_b}{15 \sigma_b + \sigma_e} H = \frac{600}{600 + 900} H = 0,380 H. \text{ Gl. (9).}$$

Die oben angegebenen Werte für x , e , h und c' sind in Gl. (7) oder (7') S. 188 einzusetzen.

Für $f_e = f_e'$ und $h + c' = H$ nehmen die Löserschen Hilfsglieder die folgende Form an:

$$\begin{aligned} \mathfrak{Y} &= 2n f_e = 30 f_e \\ \mathfrak{S} &= n f_e H = 15 f_e H \\ \mathfrak{X} &= n f_e (h^2 + c'^2) = 13,575 f_e H^2. \end{aligned}$$

Die einzelnen Glieder der Gl. (7) erhalten dann Werte, wie folgt:

$$\begin{aligned} \frac{x^4}{12} &= 0,00172 H^4 \\ -\frac{x^3}{6} 3e &= -0,05487 H^4 \\ +\frac{x^3}{6} 2\mathfrak{Y} &= +0,5487 H^3 f_e \\ -\frac{x^2}{2} 3e \mathfrak{Y} &= -12,996 H^3 f_e \\ -\frac{x^2}{2} 2\mathfrak{S} &= -2,166 H^3 f_e \\ -x e \mathfrak{Y}^2 &= -684 H^2 f_e^2 \\ +x e \mathfrak{S} &= +11,400 H^3 f_e \\ +x \mathfrak{X} &= +5,1585 H^3 f_e \\ +e \mathfrak{Y} \mathfrak{S} &= +900 H^2 f_e^2 \\ -\mathfrak{S}^2 &= -225 H^2 f_e^2 \\ +\mathfrak{Y} \mathfrak{X} &= +407,25 H^2 f_e^2. \end{aligned}$$

Nach Zusammenfassung der Glieder ergibt sich:

$$398,2 \frac{f_e^2}{H^2} + 1,945 \frac{f_e}{H} = 0,05313.$$

$f_e = 0,009368 H$ (Erstes Ergebnis: $k = 0,009368$).

Nun ist Gl. (10a) Seite 190 zu benutzen.

$$N = \sigma_b \cdot \frac{\frac{x^2}{2} - n f_e (h - x)}{x} \quad (\text{bei } f_e' = 0)$$

$$\frac{2x - H}{x} n = -9,474;$$

$$\begin{aligned} \frac{x}{2} + \frac{2x - H}{x} n f_e &= 0,190 H - 0,009368 \cdot 9,474 H \\ &= 0,1013 H. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N &= 0,1013 H \cdot \sigma_b; \quad H = \frac{N}{40 \cdot 0,1013} \\ H &= 0,2474 N \quad (\text{Zweites Ergebnis: } k_1 = 0,2474) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_e &= k H = 0,009368 \cdot 0,2474 N \\ f_e &= 0,002314 N \quad (\text{Drittes Ergebnis: } k_2 = 0,002314) \end{aligned}$$

In dieser Weise sind für die verschiedenen Spannungsverhältnisse

$$\sigma_b = 40 \text{ kg/qcm}$$

und

$$\sigma_e = 1200, 1100, 1000 \text{ usw kg/qcm}$$

die Werte k_1 und k_2 für alle Größen $m = \frac{e}{H}$ berechnet und in den unten folgenden Zahlentafeln zusammengestellt worden. Diese erstrecken sich nur auf Exzentrizitäten von $e = 0,30$ bis $3,00 H$. Sie wurden nicht auf kleinere Werte ausgedehnt, da bei dermaßen kleinen Exzentrizitäten so geringe Zugspannungen auftreten, daß man richtiger nach den Formeln wie für homogene Querschnitte $\sigma = \frac{M}{W} + \frac{N}{F}$ rechnet. Auch bei Exzentrizitäten e , die nicht erheblich größer sind, als $0,30 H$, empfiehlt es sich zunächst, zu versuchen, ob die Rechnung nach vorstehender Formel nicht noch so geringe Biegungszugspannungen ergibt, daß gegen das Auftreten von Rissen ausreichende Sicherheit besteht. Erst wenn die Zugspannungen größer als etwa 12 kg/qcm werden, ist das neue Verfahren anzuwenden.

Die Tafeln reichen andererseits nur bis $e = 3,00 H$, da größere Exzentrizitäten verhältnismäßig selten vorkommen. Es soll hier vor allem der Grundgedanke des Verfahrens dargestellt werden; einem etwa notwendig werdenden weiteren Ausbau der Tafeln nach oben, sowie für andere Verhältnisse $f_e' : f_e$ (z. B. $f_e = 2 f_e'$ usw.) stehen keinerlei Schwierigkeiten entgegen, und diese Erweiterung des Verfahrens bleibt hiermit vorbehalten.

In den nun folgenden Tafeln enthält:

Spalte 1 die Größe $m = \frac{e}{H}$ (die „relative Exzentrizität“),

Spalte 3 die Größe $k_1 = \frac{H}{N}$ (die Querschnittshöhe für $N = 1$),

Spalte 4 die Größe $k = \frac{f_e}{N}$ (die Größe der Eiseneinlage für $N = 1$).

Da nun

$$m = \frac{e}{H} \quad \text{und} \quad k_1 = \frac{H}{N},$$

gilt auch

$$\frac{e}{N} = m k_1.$$

$$f_e' = 0$$

| $m = \frac{e}{H}$ | $\sigma_e = 1200 \text{ kg/qcm}$ | | | $\sigma_e = 1100 \text{ kg/qcm}$ | | | $\sigma_e = 1000 \text{ kg/qcm}$ | | | $\sigma_e = 900 \text{ kg/qcm}$ | | |
|-------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------|
| | $m k_1 = \frac{e}{N}$ | $k_1 = \frac{H}{N}$ | $k_2 = \frac{f_e}{N}$ | $m k_1 = \frac{e}{N}$ | $k_1 = \frac{H}{N}$ | $k_2 = \frac{f_e}{N}$ | $m k_1 = \frac{e}{N}$ | $k_1 = \frac{H}{N}$ | $k_2 = \frac{f_e}{N}$ | $m k_1 = \frac{e}{N}$ | $k_1 = \frac{H}{N}$ | $k_2 = \frac{f_e}{N}$ |
| 0,30 | 0,056 | 0,188 | 0,00016 | 0,054 | 0,178 | 0,00018 | 0,051 | 0,169 | 0,00020 | 0,046 | 0,154 | 0,00019 |
| 0,35 | 0,068 | 0,198 | 0,00021 | 0,065 | 0,187 | 0,00023 | 0,062 | 0,177 | 0,00026 | 0,057 | 0,162 | 0,00025 |
| 0,40 | 0,083 | 0,207 | 0,00026 | 0,078 | 0,195 | 0,00029 | 0,074 | 0,185 | 0,00032 | 0,068 | 0,170 | 0,00032 |
| 0,45 | 0,097 | 0,216 | 0,00031 | 0,092 | 0,204 | 0,00034 | 0,087 | 0,193 | 0,00038 | 0,080 | 0,178 | 0,00038 |
| 0,50 | 0,113 | 0,226 | 0,00036 | 0,106 | 0,213 | 0,00039 | 0,101 | 0,202 | 0,00043 | 0,093 | 0,186 | 0,00045 |
| 0,55 | 0,129 | 0,235 | 0,00040 | 0,117 | 0,221 | 0,00044 | 0,115 | 0,210 | 0,00049 | 0,107 | 0,193 | 0,00051 |
| 0,60 | 0,146 | 0,244 | 0,00045 | 0,138 | 0,230 | 0,00049 | 0,131 | 0,218 | 0,00055 | 0,121 | 0,201 | 0,00058 |
| 0,65 | 0,165 | 0,254 | 0,00050 | 0,155 | 0,239 | 0,00055 | 0,147 | 0,226 | 0,00061 | 0,136 | 0,209 | 0,00065 |
| 0,70 | 0,184 | 0,263 | 0,00055 | 0,173 | 0,247 | 0,00060 | 0,165 | 0,235 | 0,00067 | 0,151 | 0,217 | 0,00071 |
| 0,75 | 0,204 | 0,272 | 0,00060 | 0,192 | 0,256 | 0,00066 | 0,182 | 0,243 | 0,00073 | 0,168 | 0,225 | 0,00078 |
| 0,80 | 0,225 | 0,282 | 0,00065 | 0,212 | 0,265 | 0,00071 | 0,201 | 0,251 | 0,00079 | 0,186 | 0,232 | 0,00084 |
| 0,85 | 0,247 | 0,291 | 0,00070 | 0,233 | 0,273 | 0,00076 | 0,220 | 0,259 | 0,00084 | 0,204 | 0,240 | 0,00093 |
| 0,90 | 0,270 | 0,300 | 0,00075 | 0,254 | 0,282 | 0,00082 | 0,241 | 0,267 | 0,00090 | 0,223 | 0,248 | 0,00099 |
| 0,95 | 0,294 | 0,309 | 0,00080 | 0,276 | 0,291 | 0,00087 | 0,262 | 0,276 | 0,00096 | 0,243 | 0,256 | 0,00106 |
| 1,00 | 0,319 | 0,319 | 0,00085 | 0,300 | 0,300 | 0,00092 | 0,284 | 0,284 | 0,00102 | 0,264 | 0,264 | 0,00112 |
| 1,05 | 0,344 | 0,328 | 0,00089 | 0,324 | 0,308 | 0,00097 | 0,307 | 0,292 | 0,00108 | 0,286 | 0,272 | 0,00118 |
| 1,10 | 0,370 | 0,337 | 0,00094 | 0,349 | 0,317 | 0,00102 | 0,330 | 0,300 | 0,00114 | 0,308 | 0,280 | 0,00125 |
| 1,15 | 0,399 | 0,347 | 0,00099 | 0,374 | 0,326 | 0,00108 | 0,354 | 0,308 | 0,00120 | 0,331 | 0,288 | 0,00131 |
| 1,20 | 0,427 | 0,356 | 0,00104 | 0,400 | 0,334 | 0,00113 | 0,379 | 0,316 | 0,00126 | 0,355 | 0,296 | 0,00138 |
| 1,25 | 0,456 | 0,365 | 0,00109 | 0,428 | 0,343 | 0,00118 | 0,406 | 0,325 | 0,00132 | 0,379 | 0,303 | 0,00145 |
| 1,30 | 0,487 | 0,375 | 0,00114 | 0,458 | 0,352 | 0,00124 | 0,433 | 0,333 | 0,00138 | 0,404 | 0,311 | 0,00151 |
| 1,35 | 0,518 | 0,384 | 0,00119 | 0,487 | 0,360 | 0,00129 | 0,460 | 0,341 | 0,00143 | 0,431 | 0,319 | 0,00158 |
| 1,40 | 0,550 | 0,393 | 0,00124 | 0,517 | 0,369 | 0,00134 | 0,489 | 0,349 | 0,00149 | 0,458 | 0,327 | 0,00164 |
| 1,45 | 0,583 | 0,402 | 0,00129 | 0,548 | 0,378 | 0,00139 | 0,518 | 0,357 | 0,00155 | 0,486 | 0,335 | 0,00171 |
| 1,50 | 0,616 | 0,411 | 0,00134 | 0,580 | 0,387 | 0,00145 | 0,549 | 0,366 | 0,00161 | 0,514 | 0,343 | 0,00177 |
| 1,55 | 0,641 | 0,420 | 0,00138 | 0,612 | 0,395 | 0,00150 | 0,580 | 0,374 | 0,00167 | 0,534 | 0,350 | 0,00184 |
| 1,60 | 0,686 | 0,429 | 0,00143 | 0,646 | 0,404 | 0,00155 | 0,611 | 0,382 | 0,00172 | 0,574 | 0,359 | 0,00191 |
| 1,65 | 0,724 | 0,439 | 0,00148 | 0,680 | 0,413 | 0,00161 | 0,644 | 0,390 | 0,00178 | 0,605 | 0,367 | 0,00197 |
| 1,70 | 0,762 | 0,448 | 0,00153 | 0,716 | 0,421 | 0,00166 | 0,677 | 0,398 | 0,00184 | 0,636 | 0,374 | 0,00204 |
| 1,75 | 0,800 | 0,457 | 0,00158 | 0,752 | 0,430 | 0,00171 | 0,712 | 0,407 | 0,00192 | 0,668 | 0,381 | 0,00211 |
| 1,80 | 0,841 | 0,467 | 0,00163 | 0,790 | 0,439 | 0,00177 | 0,747 | 0,415 | 0,00198 | 0,700 | 0,389 | 0,00217 |
| 1,85 | 0,881 | 0,476 | 0,00168 | 0,827 | 0,447 | 0,00182 | 0,783 | 0,423 | 0,00203 | 0,735 | 0,397 | 0,00224 |
| 1,90 | 0,922 | 0,485 | 0,00173 | 0,866 | 0,456 | 0,00187 | 0,819 | 0,431 | 0,00208 | 0,770 | 0,405 | 0,00230 |
| 1,95 | 0,963 | 0,494 | 0,00178 | 0,906 | 0,465 | 0,00192 | 0,858 | 0,440 | 0,00214 | 0,805 | 0,413 | 0,00237 |
| 2,00 | 1,008 | 0,504 | 0,00183 | 0,948 | 0,474 | 0,00198 | 0,896 | 0,448 | 0,00219 | 0,840 | 0,420 | 0,00244 |
| 2,05 | 1,051 | 0,513 | 0,00187 | 0,989 | 0,482 | 0,00203 | 0,935 | 0,456 | 0,00225 | 0,877 | 0,427 | 0,00250 |
| 2,10 | 1,096 | 0,522 | 0,00192 | 1,031 | 0,491 | 0,00208 | 0,974 | 0,464 | 0,00231 | 0,914 | 0,435 | 0,00257 |
| 2,15 | 1,144 | 0,532 | 0,00197 | 1,075 | 0,500 | 0,00214 | 1,019 | 0,472 | 0,00237 | 0,952 | 0,442 | 0,00263 |
| 2,20 | 1,190 | 0,541 | 0,00202 | 1,112 | 0,508 | 0,00219 | 1,056 | 0,480 | 0,00242 | 0,990 | 0,450 | 0,00270 |
| 2,25 | 1,237 | 0,550 | 0,00207 | 1,163 | 0,517 | 0,00224 | 1,098 | 0,488 | 0,00248 | 1,031 | 0,458 | 0,00276 |
| 2,30 | 1,288 | 0,560 | 0,00212 | 1,210 | 0,526 | 0,00230 | 1,143 | 0,497 | 0,00254 | 1,072 | 0,466 | 0,00283 |
| 2,35 | 1,337 | 0,569 | 0,00217 | 1,258 | 0,535 | 0,00235 | 1,187 | 0,505 | 0,00260 | 1,113 | 0,473 | 0,00289 |
| 2,40 | 1,387 | 0,578 | 0,00222 | 1,306 | 0,544 | 0,00240 | 1,231 | 0,513 | 0,00266 | 1,154 | 0,481 | 0,00296 |
| 2,45 | 1,438 | 0,587 | 0,00227 | 1,355 | 0,553 | 0,00245 | 1,276 | 0,521 | 0,00271 | 1,198 | 0,489 | 0,00302 |
| 2,50 | 1,492 | 0,597 | 0,00232 | 1,405 | 0,562 | 0,00251 | 1,320 | 0,529 | 0,00277 | 1,243 | 0,497 | 0,00309 |
| 2,55 | 1,545 | 0,606 | 0,00236 | 1,455 | 0,570 | 0,00256 | 1,369 | 0,537 | 0,00283 | 1,287 | 0,505 | 0,00315 |
| 2,60 | 1,599 | 0,615 | 0,00241 | 1,505 | 0,579 | 0,00262 | 1,417 | 0,545 | 0,00289 | 1,331 | 0,512 | 0,00322 |
| 2,65 | 1,654 | 0,624 | 0,00246 | 1,557 | 0,588 | 0,00267 | 1,468 | 0,554 | 0,00295 | 1,378 | 0,520 | 0,00328 |
| 2,70 | 1,712 | 0,634 | 0,00251 | 1,609 | 0,596 | 0,00272 | 1,517 | 0,562 | 0,00300 | 1,426 | 0,528 | 0,00335 |
| 2,75 | 1,768 | 0,643 | 0,00256 | 1,663 | 0,605 | 0,00278 | 1,567 | 0,570 | 0,00305 | 1,472 | 0,535 | 0,00341 |
| 2,80 | 1,826 | 0,652 | 0,00261 | 1,719 | 0,614 | 0,00283 | 1,618 | 0,578 | 0,00312 | 1,519 | 0,543 | 0,00348 |
| 2,85 | 1,886 | 0,662 | 0,00266 | 1,775 | 0,623 | 0,00288 | 1,670 | 0,586 | 0,00318 | 1,568 | 0,550 | 0,00354 |
| 2,90 | 1,946 | 0,671 | 0,00271 | 1,833 | 0,632 | 0,00294 | 1,723 | 0,594 | 0,00324 | 1,618 | 0,558 | 0,00361 |
| 2,95 | 2,009 | 0,681 | 0,00276 | 1,891 | 0,641 | 0,00300 | 1,776 | 0,602 | 0,00330 | 1,668 | 0,565 | 0,00367 |
| 3,00 | 2,070 | 0,690 | 0,00281 | 1,950 | 0,650 | 0,00305 | 1,830 | 0,610 | 0,00336 | 1,719 | 0,573 | 0,00373 |

 $x = 0,317 \text{ H}$ $x = 0,335 \text{ H}$ $x = 0,356 \text{ H}$ $x = 0,380 \text{ H}$

$f_e = 0$

| $m = \frac{e}{H}$ | $\sigma_e = 800 \text{ kg/qcm}$ | | | | $\sigma_e = 700 \text{ kg/qcm}$ | | | $\sigma_e = 600 \text{ kg/qcm}$ | | | $\sigma_e = 500 \text{ kg/qcm}$ | | |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------|
| | $mk_1 = \frac{e}{N}$ | $k_1 = \frac{H}{N}$ | $k_2 = \frac{f_e}{N}$ | | $mk_1 = \frac{e}{N}$ | $k_1 = \frac{H}{N}$ | $k_2 = \frac{f_e}{N}$ | $mk_1 = \frac{e}{N}$ | $k_1 = \frac{H}{N}$ | $k_2 = \frac{f_e}{N}$ | $mk_1 = \frac{e}{N}$ | $k_1 = \frac{H}{N}$ | $k_2 = \frac{f_e}{N}$ |
| 0,30 | 0,043 | 0,143 | 0,00019 | 0,039 | 0,130 | 0,00020 | 0,036 | 0,120 | 0,00027 | 0,032 | 0,106 | 0,00020 | |
| 0,35 | 0,053 | 0,150 | 0,00027 | 0,048 | 0,137 | 0,00029 | 0,045 | 0,127 | 0,00037 | 0,039 | 0,112 | 0,00032 | |
| 0,40 | 0,063 | 0,158 | 0,00034 | 0,058 | 0,144 | 0,00038 | 0,053 | 0,133 | 0,00047 | 0,047 | 0,118 | 0,00044 | |
| 0,45 | 0,074 | 0,165 | 0,00042 | 0,068 | 0,150 | 0,00047 | 0,063 | 0,140 | 0,00057 | 0,056 | 0,124 | 0,00057 | |
| 0,50 | 0,086 | 0,172 | 0,00049 | 0,078 | 0,157 | 0,00056 | 0,073 | 0,146 | 0,00067 | 0,065 | 0,130 | 0,00069 | |
| 0,55 | 0,098 | 0,179 | 0,00057 | 0,090 | 0,164 | 0,00065 | 0,084 | 0,152 | 0,00077 | 0,075 | 0,136 | 0,00082 | |
| 0,60 | 0,112 | 0,187 | 0,00064 | 0,103 | 0,171 | 0,00073 | 0,095 | 0,159 | 0,00087 | 0,085 | 0,142 | 0,00094 | |
| 0,65 | 0,126 | 0,194 | 0,00072 | 0,116 | 0,178 | 0,00082 | 0,106 | 0,165 | 0,00097 | 0,096 | 0,148 | 0,00106 | |
| 0,70 | 0,141 | 0,201 | 0,00079 | 0,129 | 0,185 | 0,00089 | 0,127 | 0,172 | 0,00107 | 0,108 | 0,154 | 0,00119 | |
| 0,75 | 0,156 | 0,208 | 0,00087 | 0,134 | 0,191 | 0,00098 | 0,137 | 0,178 | 0,00117 | 0,120 | 0,160 | 0,00132 | |
| 0,80 | 0,173 | 0,216 | 0,00094 | 0,158 | 0,198 | 0,00106 | 0,147 | 0,184 | 0,00127 | 0,133 | 0,166 | 0,00144 | |
| 0,85 | 0,190 | 0,223 | 0,00102 | 0,174 | 0,205 | 0,00115 | 0,162 | 0,191 | 0,00137 | 0,146 | 0,172 | 0,00157 | |
| 0,90 | 0,207 | 0,230 | 0,00109 | 0,191 | 0,212 | 0,00123 | 0,177 | 0,197 | 0,00147 | 0,160 | 0,178 | 0,00169 | |
| 0,95 | 0,225 | 0,237 | 0,00117 | 0,208 | 0,219 | 0,00132 | 0,194 | 0,204 | 0,00157 | 0,175 | 0,184 | 0,00182 | |
| 1,00 | 0,245 | 0,245 | 0,00124 | 0,226 | 0,226 | 0,00140 | 0,211 | 0,211 | 0,00167 | 0,190 | 0,190 | 0,00194 | |
| 1,05 | 0,265 | 0,252 | 0,00131 | 0,244 | 0,232 | 0,00149 | 0,228 | 0,216 | 0,00177 | 0,206 | 0,196 | 0,00206 | |
| 1,10 | 0,285 | 0,259 | 0,00139 | 0,263 | 0,239 | 0,00157 | 0,245 | 0,223 | 0,00187 | 0,222 | 0,202 | 0,00219 | |
| 1,15 | 0,307 | 0,267 | 0,00146 | 0,283 | 0,246 | 0,00166 | 0,264 | 0,229 | 0,00197 | 0,239 | 0,208 | 0,00231 | |
| 1,20 | 0,328 | 0,274 | 0,00154 | 0,304 | 0,253 | 0,00174 | 0,283 | 0,236 | 0,00207 | 0,257 | 0,214 | 0,00244 | |
| 1,25 | 0,351 | 0,281 | 0,00161 | 0,325 | 0,260 | 0,00183 | 0,302 | 0,242 | 0,00217 | 0,275 | 0,220 | 0,00256 | |
| 1,30 | 0,376 | 0,289 | 0,00168 | 0,348 | 0,267 | 0,00192 | 0,322 | 0,248 | 0,00227 | 0,294 | 0,226 | 0,00269 | |
| 1,35 | 0,399 | 0,296 | 0,00176 | 0,370 | 0,274 | 0,00200 | 0,344 | 0,255 | 0,00237 | 0,313 | 0,232 | 0,00281 | |
| 1,40 | 0,424 | 0,303 | 0,00184 | 0,394 | 0,281 | 0,00209 | 0,366 | 0,261 | 0,00247 | 0,333 | 0,238 | 0,00294 | |
| 1,45 | 0,449 | 0,310 | 0,00191 | 0,418 | 0,288 | 0,00217 | 0,389 | 0,268 | 0,00257 | 0,354 | 0,244 | 0,00306 | |
| 1,50 | 0,477 | 0,318 | 0,00199 | 0,441 | 0,294 | 0,00226 | 0,411 | 0,274 | 0,00267 | 0,375 | 0,250 | 0,00318 | |
| 1,55 | 0,504 | 0,325 | 0,00206 | 0,467 | 0,301 | 0,00235 | 0,434 | 0,280 | 0,00277 | 0,397 | 0,256 | 0,00331 | |
| 1,60 | 0,531 | 0,332 | 0,00214 | 0,493 | 0,308 | 0,00243 | 0,459 | 0,287 | 0,00287 | 0,419 | 0,262 | 0,00343 | |
| 1,65 | 0,559 | 0,339 | 0,00221 | 0,520 | 0,315 | 0,00252 | 0,483 | 0,293 | 0,00297 | 0,442 | 0,268 | 0,00356 | |
| 1,70 | 0,590 | 0,347 | 0,00229 | 0,548 | 0,322 | 0,00260 | 0,510 | 0,300 | 0,00307 | 0,466 | 0,274 | 0,00368 | |
| 1,75 | 0,619 | 0,354 | 0,00238 | 0,576 | 0,329 | 0,00269 | 0,536 | 0,306 | 0,00317 | 0,490 | 0,280 | 0,00381 | |
| 1,80 | 0,650 | 0,361 | 0,00244 | 0,605 | 0,336 | 0,00278 | 0,564 | 0,313 | 0,00327 | 0,515 | 0,286 | 0,00393 | |
| 1,85 | 0,683 | 0,369 | 0,00251 | 0,635 | 0,343 | 0,00286 | 0,591 | 0,319 | 0,00337 | 0,540 | 0,292 | 0,00405 | |
| 1,90 | 0,714 | 0,376 | 0,00259 | 0,665 | 0,350 | 0,00295 | 0,604 | 0,326 | 0,00347 | 0,566 | 0,298 | 0,00417 | |
| 1,95 | 0,748 | 0,384 | 0,00266 | 0,697 | 0,357 | 0,00303 | 0,648 | 0,332 | 0,00357 | 0,593 | 0,304 | 0,00430 | |
| 2,00 | 0,784 | 0,392 | 0,00274 | 0,728 | 0,364 | 0,00312 | 0,676 | 0,337 | 0,00367 | 0,620 | 0,310 | 0,00442 | |
| 2,05 | 0,818 | 0,399 | 0,00281 | 0,742 | 0,371 | 0,00321 | 0,707 | 0,344 | 0,00377 | 0,648 | 0,316 | 0,00454 | |
| 2,10 | 0,853 | 0,406 | 0,00288 | 0,794 | 0,378 | 0,00329 | 0,737 | 0,351 | 0,00387 | 0,676 | 0,322 | 0,00467 | |
| 2,15 | 0,888 | 0,413 | 0,00296 | 0,829 | 0,385 | 0,00338 | 0,769 | 0,357 | 0,00397 | 0,705 | 0,328 | 0,00479 | |
| 2,20 | 0,924 | 0,420 | 0,00303 | 0,864 | 0,392 | 0,00346 | 0,800 | 0,364 | 0,00408 | 0,735 | 0,334 | 0,00492 | |
| 2,25 | 0,963 | 0,428 | 0,00310 | 0,897 | 0,399 | 0,00355 | 0,832 | 0,370 | 0,00418 | 0,765 | 0,340 | 0,00504 | |
| 2,30 | 1,000 | 0,435 | 0,00318 | 0,934 | 0,406 | 0,00364 | 0,865 | 0,376 | 0,00428 | 0,796 | 0,346 | 0,00516 | |
| 2,35 | 1,039 | 0,442 | 0,00325 | 0,969 | 0,412 | 0,00372 | 0,900 | 0,383 | 0,00438 | 0,827 | 0,352 | 0,00528 | |
| 2,40 | 1,078 | 0,449 | 0,00332 | 1,005 | 0,419 | 0,00381 | 0,934 | 0,389 | 0,00449 | 0,859 | 0,358 | 0,00541 | |
| 2,45 | 1,120 | 0,457 | 0,00340 | 1,042 | 0,426 | 0,00390 | 0,970 | 0,396 | 0,00459 | 0,892 | 0,364 | 0,00553 | |
| 2,50 | 1,160 | 0,464 | 0,00347 | 1,082 | 0,433 | 0,00398 | 1,005 | 0,402 | 0,00470 | 0,925 | 0,370 | 0,00566 | |
| 2,55 | 1,201 | 0,471 | 0,00354 | 1,121 | 0,440 | 0,00407 | 1,045 | 0,408 | 0,00480 | 0,959 | 0,376 | 0,00578 | |
| 2,60 | 1,243 | 0,478 | 0,00362 | 1,160 | 0,447 | 0,00416 | 1,078 | 0,415 | 0,00490 | 0,993 | 0,382 | 0,00591 | |
| 2,65 | 1,285 | 0,485 | 0,00369 | 1,202 | 0,454 | 0,00424 | 1,115 | 0,421 | 0,00500 | 1,028 | 0,388 | 0,00603 | |
| 2,70 | 1,331 | 0,493 | 0,00376 | 1,245 | 0,461 | 0,00433 | 1,155 | 0,428 | 0,00511 | 1,064 | 0,394 | 0,00616 | |
| 2,75 | 1,375 | 0,500 | 0,00384 | 1,288 | 0,468 | 0,00442 | 1,195 | 0,434 | 0,00522 | 1,100 | 0,400 | 0,00628 | |
| 2,80 | 1,420 | 0,507 | 0,00391 | 1,330 | 0,475 | 0,00450 | 1,231 | 0,440 | 0,00532 | 1,137 | 0,406 | 0,00641 | |
| 2,85 | 1,465 | 0,514 | 0,00398 | 1,371 | 0,482 | 0,00459 | 1,275 | 0,447 | 0,00543 | 1,174 | 0,412 | 0,00653 | |
| 2,90 | 1,510 | 0,521 | 0,00406 | 1,419 | 0,489 | 0,00468 | 1,313 | 0,453 | 0,00553 | 1,212 | 0,418 | 0,00665 | |
| 2,95 | 1,560 | 0,529 | 0,00413 | 1,462 | 0,496 | 0,00476 | 1,359 | 0,460 | 0,00564 | 1,251 | 0,424 | 0,00678 | |
| 3,00 | 1,611 | 0,537 | 0,00420 | 1,509 | 0,503 | 0,00485 | 1,398 | 0,467 | 0,00574 | 1,290 | 0,430 | 0,00690 | |
| $x = 0,407 \text{ H}$ | | | | $x = 0,438 \text{ H}$ | | | $x = 0,475 \text{ H}$ | | | $x = 0,518 \text{ H}$ | | | |

$$f_e' = f_e$$

| $m = \frac{e}{H}$ | $\sigma_e = 1200 \text{ kg/qcm}$ | | | $\sigma_e = 1000 \text{ kg/qcm}$ | | | $\sigma_e = 900 \text{ kg/qcm}$ | | |
|-------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------|
| | $mk_1 = \frac{e}{N}$ | $k_1 = \frac{H}{N}$ | $k_2 = \frac{f_e}{N}$ | $mk_1 = \frac{e}{N}$ | $k_1 = \frac{H}{N}$ | $k_2 = \frac{f_e}{N}$ | $mk_1 = \frac{e}{N}$ | $k_1 = \frac{H}{N}$ | $k_2 = \frac{f_e}{N}$ |
| 0,30 | 0,0532 | 0,1772 | 0,00016 | 0,0463 | 0,1542 | 0,00020 | 0,0425 | 0,1417 | 0,00020 |
| 0,35 | 0,0638 | 0,1823 | 0,00021 | 0,0553 | 0,1579 | 0,00025 | 0,0507 | 0,1448 | 0,00026 |
| 0,40 | 0,0750 | 0,1874 | 0,00026 | 0,0647 | 0,1617 | 0,00031 | 0,0592 | 0,1479 | 0,00032 |
| 0,45 | 0,0866 | 0,1925 | 0,00031 | 0,0745 | 0,1655 | 0,00036 | 0,0679 | 0,1510 | 0,00035 |
| 0,50 | 0,0988 | 0,1976 | 0,00036 | 0,0846 | 0,1693 | 0,00042 | 0,0771 | 0,1542 | 0,00045 |
| 0,55 | 0,1115 | 0,2028 | 0,00040 | 0,0952 | 0,1730 | 0,00048 | 0,0865 | 0,1573 | 0,00051 |
| 0,60 | 0,1247 | 0,2079 | 0,00044 | 0,1061 | 0,1768 | 0,00054 | 0,0962 | 0,1604 | 0,00057 |
| 0,65 | 0,1385 | 0,2130 | 0,00049 | 0,1174 | 0,1806 | 0,00060 | 0,1063 | 0,1635 | 0,00063 |
| 0,70 | 0,1527 | 0,2181 | 0,00054 | 0,1291 | 0,1844 | 0,00065 | 0,1166 | 0,1666 | 0,00069 |
| 0,75 | 0,1674 | 0,2232 | 0,00059 | 0,1411 | 0,1882 | 0,00070 | 0,1272 | 0,1697 | 0,00076 |
| 0,80 | 0,1827 | 0,2284 | 0,00064 | 0,1535 | 0,1919 | 0,00076 | 0,1382 | 0,1728 | 0,00082 |
| 0,85 | 0,1985 | 0,2336 | 0,00068 | 0,1663 | 0,1957 | 0,00081 | 0,1494 | 0,1759 | 0,00088 |
| 0,90 | 0,2148 | 0,2387 | 0,00073 | 0,1795 | 0,1995 | 0,00087 | 0,1611 | 0,1790 | 0,00095 |
| 0,95 | 0,2316 | 0,2438 | 0,00078 | 0,1931 | 0,2033 | 0,00092 | 0,1731 | 0,1821 | 0,00101 |
| 1,00 | 0,2489 | 0,2489 | 0,00083 | 0,2071 | 0,2071 | 0,00098 | 0,1852 | 0,1852 | 0,00107 |
| 1,05 | 0,2572 | 0,2540 | 0,00088 | 0,2214 | 0,2109 | 0,00103 | 0,1977 | 0,1883 | 0,00113 |
| 1,10 | 0,2850 | 0,2591 | 0,00092 | 0,2362 | 0,2147 | 0,00109 | 0,2105 | 0,1914 | 0,00119 |
| 1,15 | 0,3038 | 0,2642 | 0,00097 | 0,2513 | 0,2185 | 0,00114 | 0,2237 | 0,1945 | 0,00125 |
| 1,20 | 0,3232 | 0,2693 | 0,00101 | 0,2666 | 0,2222 | 0,00120 | 0,2371 | 0,1976 | 0,00131 |
| 1,25 | 0,3431 | 0,2745 | 0,00106 | 0,2825 | 0,2260 | 0,00125 | 0,2509 | 0,2007 | 0,00138 |
| 1,30 | 0,3635 | 0,2796 | 0,00111 | 0,2987 | 0,2298 | 0,00131 | 0,2649 | 0,2038 | 0,00144 |
| 1,35 | 0,3843 | 0,2847 | 0,00116 | 0,3154 | 0,2336 | 0,00136 | 0,2793 | 0,2069 | 0,00150 |
| 1,40 | 0,4057 | 0,2898 | 0,00120 | 0,3322 | 0,2373 | 0,00142 | 0,2940 | 0,2100 | 0,00156 |
| 1,45 | 0,4276 | 0,2949 | 0,00125 | 0,3496 | 0,2411 | 0,00148 | 0,3091 | 0,2132 | 0,00162 |
| 1,50 | 0,4502 | 0,3001 | 0,00130 | 0,3674 | 0,2449 | 0,00154 | 0,3244 | 0,2163 | 0,00169 |
| 1,55 | 0,4731 | 0,3052 | 0,00135 | 0,3854 | 0,2487 | 0,00159 | 0,3401 | 0,2194 | 0,00175 |
| 1,60 | 0,4965 | 0,3103 | 0,00139 | 0,4038 | 0,2524 | 0,00165 | 0,3560 | 0,2225 | 0,00181 |
| 1,65 | 0,5203 | 0,3154 | 0,00144 | 0,4227 | 0,2562 | 0,00170 | 0,3722 | 0,2256 | 0,00187 |
| 1,70 | 0,5449 | 0,3205 | 0,00149 | 0,4420 | 0,2600 | 0,00176 | 0,3888 | 0,2287 | 0,00193 |
| 1,75 | 0,5700 | 0,3257 | 0,00154 | 0,4616 | 0,2638 | 0,00181 | 0,4058 | 0,2318 | 0,00200 |
| 1,80 | 0,5954 | 0,3308 | 0,00158 | 0,4815 | 0,2675 | 0,00187 | 0,4228 | 0,2349 | 0,00206 |
| 1,85 | 0,6214 | 0,3359 | 0,00163 | 0,5019 | 0,2713 | 0,00192 | 0,4404 | 0,2380 | 0,00213 |
| 1,90 | 0,6479 | 0,3410 | 0,00168 | 0,5227 | 0,2751 | 0,00198 | 0,4581 | 0,2411 | 0,00219 |
| 1,95 | 0,6751 | 0,3462 | 0,00172 | 0,5437 | 0,2789 | 0,00203 | 0,4764 | 0,2442 | 0,00225 |
| 2,00 | 0,7028 | 0,3514 | 0,00177 | 0,5652 | 0,2826 | 0,00209 | 0,4948 | 0,2474 | 0,00231 |
| 2,05 | 0,7310 | 0,3566 | 0,00182 | 0,5871 | 0,2864 | 0,00214 | 0,5137 | 0,2505 | 0,00237 |
| 2,10 | 0,7598 | 0,3618 | 0,00187 | 0,6096 | 0,2903 | 0,00220 | 0,5326 | 0,2536 | 0,00243 |
| 2,15 | 0,7891 | 0,3670 | 0,00191 | 0,6323 | 0,2941 | 0,00225 | 0,5521 | 0,2567 | 0,00250 |
| 2,20 | 0,8188 | 0,3722 | 0,00196 | 0,6534 | 0,2970 | 0,00231 | 0,5716 | 0,2598 | 0,00256 |
| 2,25 | 0,8492 | 0,3774 | 0,00201 | 0,6790 | 0,3018 | 0,00236 | 0,5917 | 0,2629 | 0,00262 |
| 2,30 | 0,8800 | 0,3826 | 0,00206 | 0,7031 | 0,3057 | 0,00242 | 0,6118 | 0,2660 | 0,00269 |
| 2,35 | 0,9113 | 0,3878 | 0,00210 | 0,7273 | 0,3095 | 0,00247 | 0,6325 | 0,2691 | 0,00275 |
| 2,40 | 0,9432 | 0,3930 | 0,00215 | 0,7522 | 0,3134 | 0,00253 | 0,6533 | 0,2722 | 0,00281 |
| 2,45 | 0,9756 | 0,3982 | 0,00220 | 0,7771 | 0,3172 | 0,00258 | 0,6747 | 0,2753 | 0,00288 |
| 2,50 | 1,0085 | 0,4034 | 0,00225 | 0,8025 | 0,3210 | 0,00265 | 0,6962 | 0,2785 | 0,00294 |
| 2,55 | 1,0419 | 0,4086 | 0,00229 | 0,8286 | 0,3249 | 0,00270 | 0,7183 | 0,2817 | 0,00300 |
| 2,60 | 1,0758 | 0,4138 | 0,00234 | 0,8546 | 0,3287 | 0,00276 | 0,7405 | 0,2848 | 0,00307 |
| 2,65 | 1,1103 | 0,4190 | 0,00239 | 0,8814 | 0,3326 | 0,00281 | 0,7630 | 0,2879 | 0,00313 |
| 2,70 | 1,1453 | 0,4242 | 0,00244 | 0,9083 | 0,3364 | 0,00287 | 0,7860 | 0,2911 | 0,00319 |
| 2,75 | 1,1808 | 0,4294 | 0,00248 | 0,9358 | 0,3403 | 0,00292 | 0,8090 | 0,2942 | 0,00326 |
| 2,80 | 1,2168 | 0,4346 | 0,00253 | 0,9635 | 0,3441 | 0,00298 | 0,8324 | 0,2973 | 0,00332 |
| 2,85 | 1,2534 | 0,4398 | 0,00258 | 0,9914 | 0,3480 | 0,00304 | 0,8561 | 0,3004 | 0,00338 |
| 2,90 | 1,2905 | 0,4450 | 0,00263 | 1,0202 | 0,3518 | 0,00310 | 0,8801 | 0,3035 | 0,00345 |
| 2,95 | 1,3281 | 0,4502 | 0,00267 | 1,0493 | 0,3557 | 0,00316 | 0,9045 | 0,3066 | 0,00351 |
| 3,00 | 1,3662 | 0,4554 | 0,00271 | 1,0785 | 0,3595 | 0,00322 | 0,9294 | 0,3098 | 0,00357 |

 $x = 0,317 \text{ H}$ $x = 0,356 \text{ H}$ $x = 0,380 \text{ H}$

Der Quotient $\frac{e}{N}$ ist für jeden vorkommenden Belastungsfall bekannt, da e und N gegeben sind. Werden nun die zusammengehörigen Werte $m = \frac{e}{N}$

(Spalte 1) und $k_1 = \frac{H}{N}$ (Spalte 3) miteinander multipliziert und in Spalte 2 eingetragen, so kann man

für jeden Wert $\frac{e}{N}$, wie er in der Aufgabe auftritt und den man in Spalte 2 der Tafeln aufzusuchen hat, die Größen $k_1 = \frac{H}{N}$ und $k_2 = \frac{f_e}{N}$ in Spalte 3 und 4 auf derselben Zeile ablesen.

In den

Zahlentafeln

zur Gewinnung der Werte H und f_e

bei 1) $f_e' = 0$,

oder 2) $f_e' = f_e$

sind einzusetzen:

Die Normalkraft N in kg/cm Breite
und

die Exzentrizität e in cm,

und es ergeben sich:

Die Höhe H in cm

und

die Eiseneinlage f_e (f_e') in qcm/cm Breite.

Wie rasch die genaue Bestimmung eines Querschnittes mit diesem Verfahren möglich ist, zeigt folgendes

Beispiel:

Aufgabe: Bei einem Tragteile sei gegeben die Größe der Längskraft (auf die Breite von 1 cm bezogen) $N = 100$ kg und die Achsenexzentrizität $e = 30$ cm. Es soll zunächst ohne, dann mit Druckbewehrung gerechnet werden.

Lösung:

$$e = 30, N = 100, \quad \frac{e}{N} = \frac{30}{100} = 0,30,$$

Aus Spalte 2 der Tafeln ergeben sich für diesen Wert 0,30 und bei Annahme von $\sigma_b = 40$ kg/qcm die in der folgenden Zusammenstellung aufgeführten Werte H und f_e , je nachdem σ_e gewählt wird.

Bei $f_e' = 0$

| σ_e | H | f_e | $50 f_e$ | $H + 50 f_e$ |
|------------|------|--------|----------|--------------|
| kg/qcm | cm | qcm/cm | | |
| 1 200 | 31,1 | 0,081 | 4,2 | 35,3 |
| 1 100 | 30,0 | 0,092 | 4,6 | 34,6 |
| 1 000 | 29,0 | 0,106 | 5,3 | 34,3 |
| 900 | 27,7 | 0,122 | 6,1 | 33,8 |
| 800 | 26,4 | 0,144 | 7,2 | 33,6 |
| 700 | 25,2 | 0,127 | 8,6 | 33,8 |
| 600 | 24,1 | 0,216 | 10,8 | 34,9 |
| 500 | 22,8 | 0,273 | 13,7 | 36,5 |
| 400 | 21,6 | 0,360 | 18,0 | 39,6 |
| 300 | 20,1 | 0,520 | 26,0 | 46,1 |
| 200 | 18,8 | 0,840 | 42,0 | 60,8 |

Diese beiden Spalten dienen zu einem Kostenvergleich, vgl. Seite 196, Gl. 12.

Bei Druckbewehrung $f_e' = f_e$

| σ_e | H | $f_e = f_e'$ | $50 f_e + 50 f_e' + H$ |
|------------|------|--------------|------------------------|
| kg/qcm | cm | qcm/cm | |
| 1 200 | 26,3 | 0,096 | 35,9 |
| 1 100 | 24,7 | 0,111 | 35,8 |
| 1 000 | 23,0 | 0,131 | 36,1 |
| 900 | 21,1 | 0,158 | 36,9 |
| 800 | 19,0 | 0,199 | 38,9 |
| 700 | 16,4 | 0,262 | 42,6 |
| 600 | 13,1 | 0,383 | 51,4 |

vgl. S. 196 Gl. 13.

Welche Zahlenwerte sollen für σ_e und σ_b angenommen werden?

Hier ist von folgenden Gesichtspunkten auszugehen: Die Zulassung einer hohen Randspannung im Beton ergibt eine große Druckzone — zu einem großen σ_b gehört ein großes x . Die Festsetzung einer hohen Spannung in den Zug-eisen verursacht eine kleine Druckzone — zu einem großen σ_e gehört ein kleines x .

Mit Hilfe der Tafeln kann man, wie vorstehend gezeigt, leicht eine Reihe von Querschnitten bei derselben Belastung, jedoch bei verschiedenen Verhältnissen $\frac{\sigma_b}{\sigma_e}$ finden. Wenn man diese hinsichtlich der Kosten vergleicht, kommt man zu folgender Beobachtung:

In vielen Fällen ist es nicht wirtschaftlich, von Anfang an für die Zug-eisen die höchste zulässige Spannung — 1200 oder 1000 kg/qcm — festzusetzen. Wenn man die Zugspannung kleiner wählt, vergrößert sich die Druckzone und ein größerer Teil des Betonquerschnittes wird zur Kraft-

aufnahme herangezogen. Daß dadurch die Eisen, deren Querschnitt hierbei natürlich vermehrt werden muß, nicht voll ausgenutzt werden, ist nicht entscheidend. — Die Richtigkeit dieser Behauptung geht aus den nachstehend dargestellten Schaulinien der Kostensummen hervor, die wie folgt entstanden sind:

Die Kosten eines Eisenbetonkörpers kann man, angenähert, einesteils der Querschnittsfläche des Betons, andernteils derjenigen des Eisens proportional setzen. Nimmt man nun beispielsweise an, daß ein ccm Eisen 50-mal so teuer ist, wie ein ccm Beton, so kann man weiterfolgend sagen,

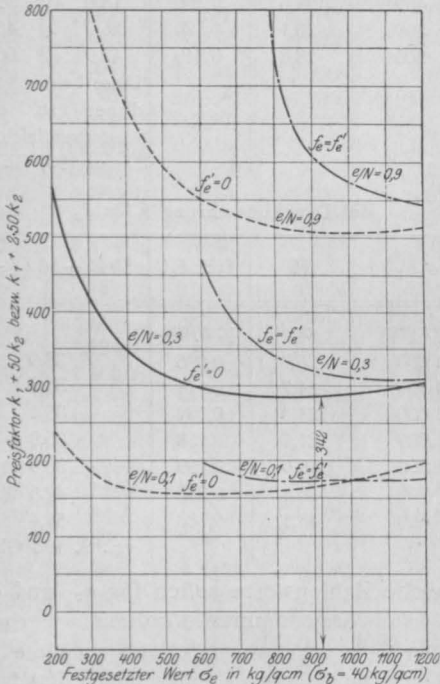


Fig. 3.

daß die Kosten eines Eisenbetonkörpers näherungsweise proportional sind der Summe der Betonquerschnittsfläche und der 50-fachen Eisenquerschnittsfläche:

$$K = q [b H + 50 (F_e + F_e')] \dots (11)$$

q stellt die Kosten eines ccm Beton dar, b und H sind in cm, F_e (F_e') in qcm einzusetzen. N ist die Normalkraft auf 1 cm Breite in kg.

Da unter Verwendung der Werte k_1 und k_2 der Tafeln die Beziehungen gelten:

$$H = k_1 N \text{ und } F_e = f_e b = k_2 b N (= F_e'),$$

kann man die Gl. (11) auch schreiben:

$$(\text{bei } f_e' = 0) \quad K = q b N [k_1 + 50 k_2] \dots (12)$$

$$(\text{bei } F_e = F_e') \quad K = q b N [k_1 + 2 \cdot 50 k_2] \dots (13)$$

N ist die Größe der Normalkraft in kg auf 1 cm Breite.

Die Faktoren q , b und N sind unabhängig von der Wahl des Spannungsverhältnisses $\sigma_b : \sigma_e$; hingegen ist der Klammerfaktor eine Funktion desselben. Welcher Art die Funktion ist, zeigen die nebenstehenden Schaulinien. Diese sind aufgestellt für eine Spannung $\sigma_b = 40 \text{ kg/qcm}$ und verschiedene Größen σ_e [200, 300, ..., 1200 kg/qcm]. Für jede Spannung σ_e ist mit Hilfe der Tabellen die Summe $k_1 + 50 k_2$ (bzw. $k_1 + 2 \cdot 50 k_2$) für die betrachteten Belastungsfälle $\frac{e}{N} = 0,1, 0,3, 0,9$ gebildet und jeweils als Ordinate aufgetragen worden.

Die stark ausgezogene Linie in Fig. 3 gilt z. B. für $\frac{e}{N} = 0,3$ und $f_e' = 0$. Die sich hier ergebenden Werte k_1 und k_2 , sowie die Summen $k_1 + 50 k_2$ sind in der Zusammenstellung Seite 195 oben ersichtlich, und in der graphischen Darstellung sind die letzteren als Ordinaten aufgetragen worden. Der Verlauf der Linie zeigt deutlich, daß bei etwa 800 kg/qcm ein Minimum der oben aufgestellten Kostensumme

$$K = q b N (k_1 + 50 k_2) \quad (\text{Gl. 12})$$

eintritt; also nicht bei der Höchstspannung 1200 kg/qcm.

Wenn man die Lage des Minimums bei den 3 Kurven für $\frac{e}{N} = 0,1; 0,3$ und $0,9$ in Fig. 3 vergleicht, erkennt man, daß es sich mit wachsendem $\frac{e}{N}$ nach rechts verschiebt. Das heißt: Je mehr der Einfluß des Biegemoments den der Achsenkraft überwiegt, desto höher liegt die vorteilhafteste Beanspruchung der Zugeisen. Das Minimum tritt auf

für $\frac{e}{N} = 0,1$ bei $\sigma_e = 500 - 600 \text{ kg/qcm}$,

„ $\frac{e}{N} = 0,3$ „ $\sigma_e = \text{rund } 800$ „

„ $\frac{e}{N} = 0,9$ „ $\sigma_e = 900 - 1000$ „

Dabei ist $\sigma_b = 40 \text{ kg/qcm}$ zugrunde gelegt.

Dieser Sachverhalt lehrt, daß große Werte $\frac{e}{N}$ kleine Werte $\frac{\sigma_b}{\sigma_e}$ verlangen, sofern der Querschnitt nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten bestimmt werden soll. Das steht in Einklang mit der Tatsache, daß es bei reiner Biegung ($\frac{e}{N} = \infty$) üblich ist, die Trägerhöhe so groß zu machen, daß eine vollständige Ausnutzung der Zugeisen (1200 oder 1000 kg/qcm) und eine Betondruckspannung von nur etwa 25 kg/qcm eintritt.

In der Nähe des kleinsten Kostenwertes verändert sich, wie die Linie zeigt, der Preis des Querschnittes mit der Veränderung von σ_e nur wenig. Daraus geht hervor, daß beim Entwerfen mit den von 100 zu 100 springenden Tafeln für σ_e auskommen werden kann und geringere Zwischenräume nicht nötig sind.

Es soll hier keineswegs behauptet werden, daß der Wert

$$K = q (b H + 50 [\mathfrak{F}_e + \mathfrak{F}_e'])$$

(Gl. 11) die sämtlichen Kosten eines Betonkörpers umfasse. In ihm sind z. B. nicht enthalten der Einfluß der Schalung, der Bügel, der Abbiegungen auf die Kosten. Vor allem kommt in ihm nicht die Verringerung des **Eigengewichts** bei Vergrößerung der Bewehrung zum Ausdruck, wodurch das Kostenminimum bei einer noch geringeren Beanspruchung der Zugeisen (d. i. bei noch stärkerer Bewehrung) auftreten würde, als die Schaulinien zeigen.

Dennoch dürfte immer der Vergleich der für mehrere Querschnitte gebildeten Größen K einen rohen Anhalt für die Beurteilung von deren Wirtschaftlichkeit bieten. Hier wurde davon nur Gebrauch gemacht, um zu zeigen, daß die Mindestkosten nicht immer bei der höchsten Beanspruchung der Zugeisen erreicht werden.

Beim **Entwurfe** kann man, wie das in dem Beispiele auf Seite 195 geschehen ist für das vorgelegte Verhältnis $\frac{e}{N}$ rasch aus sämtlichen Tabellen die Werte H und f_e (f_e') bestimmen, jedesmal die Summe der Kosten in der angegebenen Weise —

$$K = q b N [k_1 + 50 k_2]$$

— bilden und den annähernd billigsten Querschnitt finden.

Wenn man die in den Schaulinien zum Ausdruck kommenden Gesetze beachtet, kann man im voraus entscheiden, in welcher Gegend — d. h. bei welchem Werte σ_e etwa der billigste Querschnitt zu suchen sein wird. Man braucht also nur aus den dann in Frage kommenden Tabellen die Werte k_1 und k_2 zu entnehmen und zusammenzustellen.

*

Nicht immer sind die geringsten Kosten des Querschnittes für die Wahl seiner Abmessungen entscheidend. Oft darf eine gewisse

Querschnittshöhe nicht überschritten werden.

Auch in solchen Fällen führt die Benutzung der Tafeln zu einer raschen Auffindung der gesuchten Querschnittsgrößen. Dies sei vorgeführt an folgendem

Beispiel.

Aufgabe: Ein Träger stehe unter dem Einfluß einer Längskraft von 200 kg/cm Breite, welche mit einer Achsenexzentrizität von 100 cm angreift. Der Träger soll eine Höhe von 50 cm nicht überschreiten.

Lösung: $\sigma_b = 40 \text{ kg/qcm}$.

$$e = 100, \quad N = 200, \quad \frac{e}{N} = 0,5 = k_1$$

$$e = 100, \quad H = 50, \quad \frac{e}{H} = 2,0 = m.$$

1. Ohne Druckeisen:

In allen Tafeln für $f_e' = 0$ wird in Spalte 1 der Wert $m = \frac{e}{H} = 2,0$ aufgesucht und in Spalte 2 der zugehörige auf der gleichen Zeile stehende Wert $k_1 = \frac{e}{N}$ abgelesen. Es zeigt sich, daß in der Tafel für $\sigma_e = 300$ (welche hier nicht mitaufgeführt ist) der Wert k_1 die vorgeschriebene Größe 0,5 — annähernd — besitzt.

Die Tafel für $\sigma_e = 300$ entspricht also den Bedingungen der Aufgabe; nur in dieser hat bei

$$m = 2,0 \quad k_1 = \frac{e}{N}$$

den vorgelegten Wert 0,5.

In dieser Tabelle ergeben sich aus Spalte 3 und 4:

$$H = 0,252 \cdot 200 = 50,4 \text{ cm}$$

und

$$f_e = 0,0073 \cdot 200 = 1,46 \text{ cm}^2/\text{cm}.$$

Das Kostenkriterium

$$k_1 + 50 k_2$$

nimmt den Wert

$$0,252 + 0,0073 \cdot 50$$

$$= 0,617$$

an.

2. Wird eine Druckbewehrung angewendet, und zwar

$$f_e = f_e',$$

so finden sich die vorgeschriebenen Werte $\frac{e}{H} = 2,0$ und $\frac{e}{N} = 0,5$ gemeinsam nur in der Tafel für $\sigma_e = 900$.

Auf der Zeile $\frac{e}{H} = m = 2,0$ findet sich dort:

$$H = 0,2474 \text{ N},$$

$$f_r = 0,00231 \text{ N}.$$

$$H = 0,2474 \cdot 200 = 49,48 \text{ cm},$$

$$f_e = 0,00231 \cdot 200 = 0,462 \text{ cm}^2/\text{cm}.$$

Das Kostenkriterium

$$k_1 + 2 \cdot 50 \cdot k_2$$

ist

$$0,2474 + 0,00231 \cdot 100$$

$$= 0,478.$$

Doppelte Bewehrung ist also bei so beschränkter Höhe vorteilhafter.

* * *

Ist der Querschnitt nicht rechteckig, sondern wie derjenige eines Plattenbalkens gestaltet, so ändert sich an dem Verfahren so lange nichts, als die Druckplatte noch bis zur Nullinie reicht, denn in der vorstehenden Ableitung ist ja ohnehin die Zugzone des Betons als nicht wirksam angesehen worden.

Will und kann man also Beton sparen, so ist es ohne weiteres zulässig, das obige Verfahren anzuwenden, als wenn man einen Rechteckquerschnitt entwerfen wollte, und nach der Bestimmung von x den Beton unterhalb der Nullinie soweit wegzunehmen, als mit Rücksicht auf eine genügende Einbettung der Eisen und die Schubspannungen möglich ist.

Bezeichnet man mit B die Breite der Platte und mit b die Breite der Rippe, und nimmt man das Kostenverhältnis von Beton und Eisen wieder 1:50 an, so sind die nach obigen Grundsätzen entwickelten Kosten des Querschnittes anzusetzen mit:

$$B \cdot x + b (H - x) + 50 (F_e + F_e')$$

statt

$$B \cdot H + 50 (F_e + F_e')$$

beim Rechtecksquerschnitte.

Unter diesen Umständen würden die Schaulinien naturgemäß ein anderes Bild ergeben und zeigen, daß eine größere Trägerhöhe und eine geringere Bewehrung wirtschaftlicher sind.

Die bisherigen Betrachtungen sind davon ausgegangen, daß $\sigma_b = 40 \text{ kg/qcm}$ ist. Obgleich man ja meistens der Berechnung von wichtigeren, exzentrisch beanspruchten Tragteilen $\sigma_b = 40 \text{ kg/qcm}$ wird zugrunde legen können, da man mit Rücksicht auf ein geringes Eigengewicht einen ziemlich hochwertigen Beton verwenden wird, ist es doch wünschenswert, auch für andere Werte von σ_b ein einfaches Bestimmungsverfahren zu gewinnen.

Soll z. B. die Randspannung im Beton 30 kg/qcm sein ($\frac{3}{4} \cdot 40 \text{ kg/qcm}$), so kann man folgendermaßen vorgehen:

Man berechnet mit den Tafeln einen Querschnitt für eine Längskraft $N_1 = \frac{40}{30} \text{ N}$. Dieser würde bei N_1 die Randspannung 40 kg/qcm erhalten, und bei der tatsächlichen Belastung mit N entsteht die Beanspruchung

$$\frac{N}{N_1} 40 \text{ kg/qcm} = \frac{30/40 N_1}{N_1} 40 = 30 \text{ kg/qcm}.$$

Denn alle Spannungen im Querschnitte sind einfach proportional der Größe der angreifenden Kraft. Es versteht sich von selbst, daß auch in den Zugeisen nur eine $\frac{3}{4}$ fache Beanspruchung entsteht. Welches Verhältnis $\frac{\sigma_b}{\sigma_e}$ etwa den billigsten Querschnitt liefert, ist durch Ausrechnung der Querschnittsfaktoren k_1 und k_2 aus den verschiedenen Tafeln für $\sigma_b = 40 \text{ kg/qcm}$ schnell festzustellen. Dieses erweiterte Verfahren werde durch folgendes

Beispiel

erläutert.

Aufgabe:

Gegeben sei $N = 100 \text{ kg/cm}$ Breite,

$$e = 30 \text{ cm},$$

$$\sigma_b = 30 \text{ kg/qcm}.$$

Lösung:

$$\frac{\sigma_b}{40} = \frac{30}{40} = \frac{3}{4}; \quad N_1 = N \frac{4}{3} = 133,3 \dots$$

$$\frac{e}{N_1} = \frac{30}{133,3} = 0,225.$$

In der Tafel für $\sigma_b = 40 \text{ kg/qcm}$, $\sigma_e = 1200 \text{ kg/qcm}$ und $F_e = F_e'$ S. 194 ergibt sich für $\frac{e}{N_1} = 0,225 = m k_1$ durch Zwischenschaltung

$$H = 0,242 N_1 = 0,242 \cdot 1,333 = 32,2 \text{ cm}$$

und

$$f_e = 0,00076 N_1 = 0,00076 \cdot 1,333 = 0,102 \text{ cm}^2/\text{cm}.$$

$$x = \frac{40 \cdot 15}{40 \cdot 15 + 1200} 0,95 H$$

oder auch

$$x = \frac{32 \cdot 15}{32 \cdot 15 + 900} 0,95 H = 0,3167 H = 10,2 \text{ cm.}$$

Probe nach Lörsers Formel:

$$\mathfrak{F} = n (f_e + f_e') = 15 \cdot 0,102 \cdot 2 = 3,04,$$

$$\mathfrak{S} = n f_e (h + c) = 15 \cdot 0,102 \cdot 32,2 = 48,9,$$

$$\mathfrak{T} = n f_e (h^2 + c^2) = 15 \cdot 0,102 \cdot 0,905 \cdot 32,2^2 = 1434,$$

$$0 = x^4 + x^3 (4 \mathfrak{F} - 6 e) - 6 x^2 (2 \mathfrak{S} + 3 e \mathfrak{F})$$

$$+ 12 x (\mathfrak{T} + e \mathfrak{F} \mathfrak{S} - e \mathfrak{F}^2)$$

$$+ 12 (\mathfrak{T} \mathfrak{F} - \mathfrak{S}^2 + e \mathfrak{F} \mathfrak{S}),$$

$$0 = 10\,700 - 177\,500 - 230\,800 - 322\,000 + 73\,300$$

$$0 = 406\,000 - 408\,300 \text{ (Fehler } 0,5\, \%)$$

Die Tafeln, die für den am häufigsten vorkommenden Fall $\sigma_b = 40 \text{ kg/qcm}$ aufgestellt sind, können also auch *allgemeiner* verwendet werden. Sie liefern die gewünschten Ergebnisse für alle vorkommenden Größen der zulässigen Betondruckspannung, sofern man nur die angegebene Umwandlung ausführt.

Das sehr geschickt aufgebaute Verfahren von K. Stock — „Armiertes Beton“ 1911, Heft XI u. XII, S. 388 bis 433 — geht von der Mittenexzentrizität aus. Dieser Umstand ist aber nicht stark genug betont. Stock schreibt z. B.: „Ein rechtwinkliger Betonquerschnitt werde durch eine im Schwerpunkt desselben angreifende achsiale Druckkraft und ein Biegemoment beansprucht.“

Eine im Schwerpunkte des Beton-Rechteckquerschnittes angreifende Kraft ist aber richtiger als eine Mittenkraft und nicht als achsiale Druckkraft zu bezeichnen. Denn eine solche müßte durch den Schwerpunkt des wirksamen Eisenbetonquerschnittes — nicht des Betonquerschnittes — verlaufen.

Man muß sich also bei Anwendung dieses Verfahrens bewußt bleiben, daß — wie bei Mörsch — die Exzentrizität der Längskraft von der Mitte des Querschnittes aus zu messen ist und nicht von der statischen Achse. Da aber oft die Entfernung zwischen Querschnittsmitte und Stützenkraftlinie am Anfange nicht bekannt ist, ist die Anwendbarkeit dieses Verfahrens ziemlich beschränkt.

Wie beträchtliche Fehler entstehen, wenn man das Verfahren *falsch* anwendet und das Achsenmoment in die für Mittenmomente geltenden Formeln einsetzt, sei an folgendem Beispiele gezeigt. — Stock, A. B. 1911, S. 437, Beispiel 2.

Aufgabe:

Es soll sein $\sigma_e = 1000 \text{ kg/qcm}$, $\sigma_b = 40 \text{ kg/qcm}$.

Mittenmoment $M = 4\,000\,000 \text{ cmkg}$,

$$N = 20\,000 \text{ kg}, \quad \frac{N}{b} = 500 \text{ kg/cm},$$

$$b = 40 \text{ cm}, \quad c' = c = 5 \text{ cm}.$$

Lösung:

$$a = \frac{M}{N} = 200 \text{ cm}.$$

Wird diese Größe irrtümlicherweise als Achsenexzentrizität eingesetzt, so ergibt sich aus der Tafel für $\sigma_e = 1000 \text{ kg/qcm}$, Seite 192, für

$$\frac{e}{N} = m k_1 = \frac{200}{500} = 0,400:$$

$$H = 0,323 \frac{N}{b} = 162 \text{ cm},$$

$$F_e = 0,001\,31 \frac{N}{b} = 26,2 \text{ cm}^2.$$

Nach Stock ist jedoch im gleichen Falle

$$H = 148 \text{ cm};$$

$$F_e = 22,9 \text{ cm}^2,$$

da hier 200 cm als Mittenexzentrizität richtig eingesetzt worden ist. Man würde also einen Querschnitt zu schwach machen, wenn man die u. U. vorliegende Achsenexzentrizität in der Rechnung mit der Mittenexzentrizität vertauschen würde.

Von der Achsenexzentrizität geht, wie vorerwähnt, das Entwurfsverfahren aus, das Löser im Anschlusse an seine oben erwähnten Darlegungen in „Beton und Eisen“, Heft XIII, S. 185, gegeben hat. Es umfaßt — vgl. Tafel II — nur die Werte für $\sigma_e = 40 \text{ kg/qcm}$ und für $\sigma_b = 50 \text{ kg/qcm}$. Die Ermittlung der gesuchten Größen ist dort mit einer Reihe von Zwischenrechnungen verbunden, und ohne Probieren kommt man auch hier nicht aus. Immerhin stellt es eine wesentliche Vereinfachung gegenüber der Berechnung unmittelbar nach Gl. (7) dar.

Das in der vorliegenden Arbeit gegebene Verfahren ergibt ohne Probieren und ohne Zwischenrechnungen in den Tafeln eine Reihe von verschiedenen Eisenbetonquerschnitten, die der vorgelegten Belastung genügen. Bei statischem Verständnis kann man in jedem Falle im voraus leicht entscheiden, welche von den zur Wahl stehenden Werten man überhaupt jeweilig nur in Frage zu ziehen hat. Von den augenscheinlich in Wettbewerb tretenden Werten kann man in einfachster Weise die Kosten berechnen und hier-nach einen *statisch richtigen* Querschnitt für die Ausführung *nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten* bestimmen.

Schlußwort.

Der grundlegende Unterschied des neuen Verfahrens gegenüber den bisherigen Rechnungsweisen liegt darin, daß die Randspannungen — das Verhältnis σ_b/σ_e — zum Ausgangspunkte der Berechnung genommen werden, während diese Größen bei den meisten anderen Verfahren als Endziel der Berechnung auftreten. Die Trägerhöhe wird nicht, wie sonst meist, zunächst versuchsweise angenommen, sondern sie sowohl wie die Eiseneinlagen ergeben sich lediglich

aus der Belastung von selbst für jedes Verhältnis σ_b/σ_e . Damit wird das neue Verfahren in erster Linie ein Verfahren zur Bestimmung der wichtigsten Querschnittsabmessungen.

Entstanden ist das Verfahren u. a. auf Grund der Überlegung, daß die Exzentrität nicht als solche, sondern nur in ihrem Verhältnis zur Querschnittshöhe den Bewehrungsgrad des Querschnittes beeinflusst, und daß die Eiseneinlagen und die Trägerhöhe proportional der Größe der Längskraft sind.

EINIGE BEMERKUNGEN ÜBER BETON- UND EISENBETONVERSUCHE UND DEREN ERGEBNISSE.

Von C. Bach.

(Schluß von S. 159.)

Seitdem ich das Vorstehende (S. 157 bis 159) niedergeschrieben und der Schriftleitung zur Veröffentlichung übersendet hatte, ist in der Zeitschrift für Betonbau (Wien, Juni 1916, S. 68 u. f.) eine Besprechung des Heftes 30 der Arbeiten des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton erschienen, in welcher zwei Werte für φ — unter Außerachtlassung fast aller Gesichtspunkte, die hier erörtert worden sind — berechnet werden: der eine zu 0,9, der andere zu 1,1! Der Zweck der vorstehenden Darlegungen macht es notwendig, den Wert dieser Zahlen unter Hervorhebung der in Heft 30 enthaltenen Angaben klarzustellen.

Mischung 1: 1 Zement, 2 Rheinsand, 3 Rheinkies, 9,2 % Wasser.

Die der Berechnung zu Grunde gelegte Würfelfestigkeit von 233 kg/qcm ist der Mittelwert aus Druckversuchen mit 47 Würfeln, hergestellt in der Zeit vom 31. Januar 1912 bis 19. März 1914 (Herstellungszeit verteilt sich also auf mehr als zwei Jahre). Die Einzelwerte liegen zwischen 200 und 261 kg/qcm. Das Alter der Würfel betrug im Mittel rund 45 Tage, im Einzelnen zwischen 42 und 51 Tagen. Die in Zeiträumen von mehreren Monaten wiederholten Untersuchungen des Zementes ergaben hinsichtlich der Zugfestigkeit Abweichungen von 17 % (14 %) und in Bezug auf die Druckfestigkeit solche von 11 % (12 %).

Mit diesem Mittelwert 233 kg/qcm aus 47 Würfelfestigkeiten wird nun in Vergleich gesetzt die mittlere Druckfestigkeit 210 kg/qcm von 9 Säulen, hergestellt in der Zeit vom 20. März 1912 bis 30. Oktober 1913. Die Einzelwerte schwanken zwischen 197 und 231 kg/qcm. Das Alter betrug 44 bis 48 Tage.

Querschnitt der Würfel, hergestellt in eisernen Formen, 30/30 cm,

Querschnitt der Säulen, hergestellt in Holzformen, 20/20 cm.

Querschnitt der Würfel also 2,25 mal so groß, als derjenige der Säulen. Diese waren eben in erster Linie hergestellt worden, um Elastizitätsmessungen (der Ermittlung der gesamten, bleibenden und federnden Zusammendrückungen) zu dienen.

Mischung 2: 1 Zement, 3 Rheinsand, 4 Rheinkies, 9,7 % Wasser.

Die der Berechnung zu Grunde gelegte Würfelfestigkeit von 117 kg/qcm ist der Mittelwert von Druckversuchen mit 3 Würfeln, hergestellt in der Zeit vom 27. November 1913 bis 21. April 1914. Die Einzelwerte liegen zwischen 115 und 121 kg/qcm, das Alter zwischen 44 und 48 Tagen.

Mit diesem Mittelwert 117 kg/qcm aus 3 Würfelfestigkeiten wird verglichen die Druckfestigkeit 129 kg/qcm von 3 Säulen, hergestellt in der Zeit vom 27. November 1913 bis 21. April 1914. Die Einzelwerte schwanken zwischen 124 und 137 kg/qcm. Alter 44 bis 48 Tage.

Querschnitt der Würfel, hergestellt in eisernen Formen, 30/30 cm,

Querschnitt der Säulen, hergestellt in Holzformen, 20/20 cm.

Die so gewonnenen Zahlen können in den Quotienten

$$\frac{210}{233} = 0,9 \qquad \frac{129}{117} = 1,1$$

wohl Zahlen liefern, aber nicht das, was sie zum Ausdruck bringen sollen, nämlich das Verhältnis der Druckfestigkeiten zweier Betonkörper, die sich nur durch ihre Höhe unterscheiden.

2. Widerstandsfähigkeit des gleichen Betons in bewehrten und in unbewehrten Säulen Quadern usw.

Die Stärke und die Gleichmäßigkeit des Stampfens des Betons und dessen Wirkung in

der Betonmasse werden infolge des Vorhandenseins der Bewehrung je nach der Art der letzteren und je nach den Abmessungen mehr oder minder gehindert; infolgedessen besteht die Gefahr, daß der Beton derselben Zusammensetzung in den bewehrten Körpern weniger Festigkeit und Gleichmäßigkeit aufweisen wird, als in den unbewehrten Körpern gleicher Abmessungen. So kann es sich bei nicht genügender Aufmerksamkeit während der Herstellung der Säulen ereignen, daß bewehrte Säulen beim Messen der Zusammendrückungen größere und auch einseitigere Werte liefern, als aus derselben Betonmischung herge-

Die Zusammendrückungen wurden gemessen auf einer in der Mitte der 2000 und 2500 mm langen Säulengelegenen Strecke von 1000 mm. In Fig. 2 sind zu den Belastungen, mit 4000 kg beginnend, und bis 148 000 kg reichend, als senkrechten Abscissen die zugehörigen Zusammendrückungen als wagerechte Ordinaten aufgetragen. Wie ersichtlich liegen die drei Linienzüge für die unbewehrten Säulen ausgesprochen unter denjenigen der bewehrten Säulen, wie bei sorgfältiger, sachgemäßer Herstellung der Säulen hier erwartet werden muß. Die Linienzüge einer und derselben Säulenart, d. h. der Säulen I, II und III einerseits und IV, V

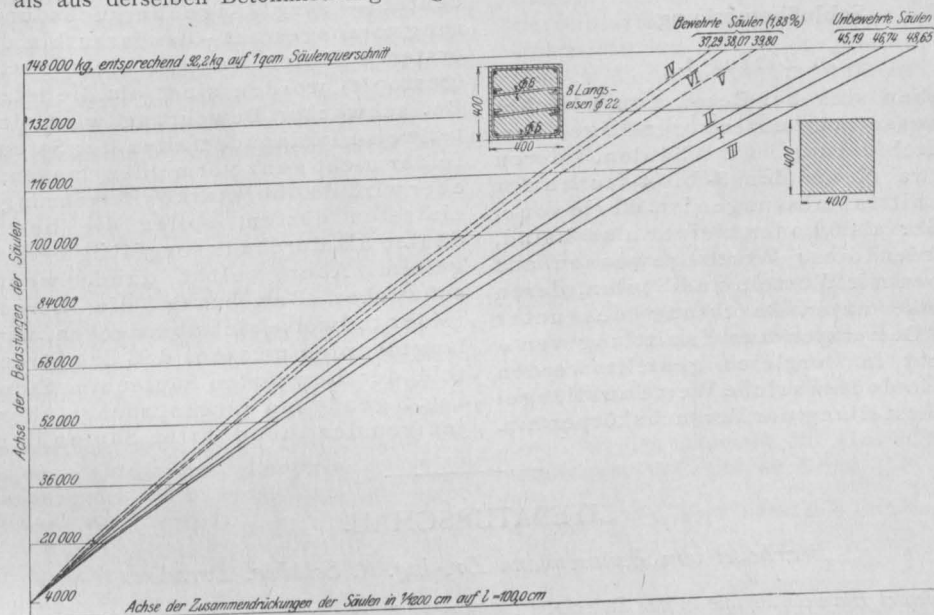


Fig. 2.

stellte unbewehrte Säulen gleichen Querschnitts. Der Beton ist eben in den bewehrten Säulen nicht der Gleiche wie in den unbewehrten Säulen trotz derselben Mischung.

Zur Klarstellung der Verhältnisse seien die Ergebnisse der Untersuchung von sechs quadratischen Säulen herausgegriffen, hergestellt aus dem gleichen Beton (1 Raumteil Zement, 2 Raumteile Rheinsand, 3 Raumteile Rheinkies, 9,2 % Wasser vom Gewicht der trockenen Stoffe, wie für Eisenbeton zweckmäßig). Querschnitt: rund 1600 qcm.

3 Säulen unbewehrt, mit I, II und III (in der Reihenfolge, in der ihre Untersuchung erfolgt ist) bezeichnet.

3 Säulen bewehrt (8 Längseisen von 22 mm Durchmesser, entsprechend 1,88 % des Säulenquerschnitts, Querbewehrung 5 mm stark in 70 mm Abstand, bestehend aus Spirale und aus zwei S-förmigen Bügeln für die mittleren Längseisen), mit IV, V und VI bezeichnet.

und VI andererseits, zeigen je, daß man nicht auf sich deckende Zusammendrückungen rechnen kann, und lassen erkennen, um welche Beträge die Zusammendrückungslinien bei derselben Säulenart von einander abweichen. Für die unbewehrten Säulen schließen die Linienzüge II und III und für die bewehrten Säulen die Linienzüge IV und V je das Streuungsfeld — innerhalb des Gebietes, das durch die vorliegenden Versuche gedeckt wird — ein.

Handelt es sich um schwache Bewehrung, so kann es sich wohl ereignen, daß die Streuungsfelder der bewehrten und unbewehrten Säulen zum Teil ineinander fallen. Bei 1,88 % Längsbewehrung, wie hier der Fall, darf das jedoch nicht eintreten, sollen die bewehrten Säulen als durchaus sorgfältig und sachgemäß hergestellt gelten.

Körper ohne Bewehrung lassen sich aus Beton mit geringerem Wasserzusatz herstellen, als solche

mit Bewehrung und geben dann an sich eine höhere Festigkeit des Betons, als sie der Beton in den bewehrten Körpern besitzt*). Je nach der Gestalt, den Abmessungen der Körper und den sonstigen Verhältnissen kann es in besonderen Fällen, wozu allerdings Säulen, Balken, Platten usw. nicht zu gehören pflegen, richtiger sein, den Körper ohne Bewehrung zu entwerfen und den Beton mit geringem Wasserzusatz mischen und stampfen zu lassen.

Im Übrigen ist das unter Ziffer 1 Gesagte zu beachten.

Schlußbemerkung.

Zu Ziffer 1.

Ergeben sich bei Beton von üblicher Zusammensetzung unter sorgfältiger Versuchsdurchführung für Säulen, deren Höhe etwa gleich dem 3- bis 4-fachen der Querschnittsabmessungen ist, Werte von η , die größer als 0,9 oder kleiner als 0,8 sind, und wurden diese Werte gewonnen aus Versuchen mit Würfeln und Säulen, deren Ergebnisse unter Beachtung des unter Ziffer 1 Bemerkten zur Ermittlung von η mit Recht in Vergleich gestellt werden dürfen, so deuten solche Werte auf Mängel in der Herstellung der Versuchskörper hin.

Liegen Fehler in der Versuchsdurchführung vor, etwa beispielsweise, daß die Belastung bei der einen Art von Körpern weniger vollkommen zentrisch erfolgt, als bei der anderen Art, so tritt natürlich ein weiterer Grund für unrichtige Ermittlung von η hinzu.

Zu Ziffer 2.

Ergeben sich unter sonst gleichen Verhältnissen für bewehrte Säulen größere Zusammendrückungen, als bei unbewehrten Säulen aus dem gleichen Beton, so deutet — sorgfältige Versuchsdurchführung vorausgesetzt — das daraufhin, daß die ersteren Säulen weniger dicht gestampft (gestopft) worden sind, als die letzteren. Bei schwacher Bewehrung wird sich das teilweise Ineinanderfallen der Streuungsfelder nicht ganz vermeiden lassen; wohl aber wird das bei starker Bewehrung nicht eintreten dürfen, sollen die bewehrten Säulen als durchaus sorgfältig hergestellt gelten. Aber selbst dann, wenn bei schwacher Bewehrung die Streuungsfelder teilweise sich überdecken, wird verlangt werden müssen, daß das Streuungsfeld der bewehrten Säulen im Sinne der Fig. 2 genügend ausgesprochen über demjenigen der unbewehrten Säulen liegt.

LITERATURSCHAU.

Bearbeitet von Bauamtmann Dr.-Ing. R. Schober, Dresden.

L bedeutet Hinweis auf die in der Zeitschrift „Armiertes Beton“ früher erschienene Literaturschau.

I. Der Baustoff.

1. Herstellung und Verarbeitung.

Puppenträger des Peiner Walzwerkes mit breiten Flanschen unveränderlicher Dicke. Von Dr.-Ing. H. Barkhausen in Remagen am Rhein. Die Eigenschaften und die Herstellung dieser neuartigen Breitflanschträger wird mit Abb. besprochen. Der Eisenbau 1916. Nr. 7.

2. Prüfung und Untersuchung.

Hochofenzement und Portlandzement in Meerwasser und salzhaltigen Wässern. Von Dr. Hermann Passow (Blankenese). In der Polemik über die Wertigkeit beider Zemente bringt Verfasser eine ausführliche Entgegnung auf die Angriffe von Dr. Müller, dem Vorsitzenden des Vereins Deutscher Portlandzementfabriken. Tonindustrie-Ztg. 1916. Nr. 75 bis 80.

Beschädigung von Plattenfundamenten im Moorboden. Von Professor H. Kayser-Darmstadt. Armiertes Beton 1916. Heft 7.

Zemente in schwefelsäurehaltigem Wasser. Von Dr.-Ing. H. Nitzsche, Frankfurt a. M. Armiertes Beton, 1916, Heft 7.

Zur Frage des Schwindens von Beton. Von Dr.-Ing. H. Nitzsche (Frankfurt a. M.). Die Untersuchungen über die Reiß- und Rostbildung bei Eisenbetonbrücken haben erneut dazu geführt, die Frage des Schwindens des Betons zu erörtern. Verfasser untersucht diese Verhältnisse auf Grund der bisher veröffentlichten Versuchsergebnisse und kommt dabei zu folgenden Feststellungen:

1. Bei der Forschung über Schwinden und Schwellen von Mörtel und Beton sind Sand und Füllstoffe ebenso wie der Zement zu untersuchen.

2. Die bisher angewendete Versuchsweise und die für Zement gefundenen Ergebnisse sind nicht zweifelsfrei.

*) Vergl. Fußbemerkung 1 S. 158.

3. Die Laboratoriumsversuche müssen hierbei unbedingt die Verhältnisse der Baupraxis berücksichtigen. Tonindustrie-Ztg. 1916. Nr. 65 u. 68.

Schwellung und Schwindung von Zement und Zementmörteln in Wasser und Luft. Die Versuche und deren Ergebnisse, welche vom Deutschen Ausschuss für Eisenbeton zu dieser Frage im Materialprüfungsamt Lichterfelde angestellt worden sind, werden kurz besprochen. Tonindustrie-Ztg. 1916. Nr. 66.

Der Einfluß einer Beimischung schwerer Öle auf die Wasserdichtigkeit von Zementmörtel. Die günstigen Ergebnisse der Versuche, welche der Direktor der Straßenbauverwaltung in den Vereinigten Staaten Logan Waller Page angestellt hat, die kritische Besprechung des französischen Zementforschers Feret und einige deutsche Versuche werden mitgeteilt. Deutsche Bauztg., Mitteil. 1916. Nr. 14.

3. Wirtschaftliches.

— — —

II. Theorie.

Knicksicherheiten nach Euler und Tetmajer. Von Dipl.-Ing. R. Knäbel in Sterkrade (Rheinland). Es wird ein Verfahren entwickelt, um die nach Euler für Druckstäbe berechnete Knicksicherheit ohne große Rechenarbeit nach Tetmajer nachzuweisen. Beispiele zeigen die Verwendung der hierfür gefundenen Kurve. Der Brückenbau 1916. Heft 11.

Zur Berechnung der Momente vollwandiger Brückenträger. Von Prof. Landmann, Magdeburg. Verfasser bringt ein gegenüber den amtlichen preußischen Vorschriften vereinfachtes Verfahren. Zentralblatt der Bauverwaltung 1916. Nr. 55.

Die Theorie der nachgiebigen Tragssysteme. Von Friedrich Bleich, Wien. Theoretische Abhandlung. Der Eisenbau 1916. Nr. 7.

Die Berechnung des zweistieligen, symmetrischen Stockwerksrahmens für beliebigem Kraftangriff. Von Ing. Leopold Herzka, Staatsbahnrat, Wien. Verfasser versucht unter verschiedenen Annahmen eine möglichst genaue Berechnung solcher Bauteile unter Berücksichtigung von Temperaturänderungen abzuleiten. Zeitschrift für Betonbau 1916. Heft 6.

Die unmittelbare Bemessung einfach bewehrter auf Biegung beanspruchter Eisenbetonquerschnitte bei völliger Ausnutzung der zugelassenen Beanspruchungen und Berücksichtigung des Eigengewichts. Von Regierungsbaumeister a. D. Georg Fischer, Posen. Ableitung der allgemeinen Gleichungen, die übersichtlich zusammengestellt sind. Zahlenbeispiel. Beton u. Eisen 1916. Heft XI.

Über die statische Berechnung der Untergrundbahntunnel. Von Ingenieur E. M. Kilgus in Charlottenburg. Verfasser führt die Berechnung unter den verschiedensten Belastungsannahmen durch, indem er Sohle und Seitenwände als Ganzes, also als Zweigelenkrahmen untersucht. Deutsche Bauzeitung, Mitteilungen 1916. Nr. 14.

III. Eisenbetonversuchswesen. Feuerproben.

Einige Bemerkungen über Beton- und Eisenbetonversuche und deren Ergebnisse. Von C. Bach. Armierter Beton 1916. Heft 7.

Versuche mit allseitig aufliegenden, quadratischen und rechteckigen Eisenbetonplatten. Regierungsbaumeister Amos, Höhendölzchen vor Dresden, bespricht sehr ausführlich die zu dieser Frage für den Deutschen Ausschuss für Eisenbeton von Dr.-Ing. C. Bach und O. Graf in der Stuttgarter Versuchsanstalt ausgeführten umfangreichen Versuche. Zeitschrift für Betonbau 1916. Heft 6 u. 7. — s. L. 1916. Heft 3, III.

Durchleuchtung von armiertem Beton mit Röntgenstrahlen. Von E. Settler, Kontrollingenieur des Eisenbahndepartements, Bern. Der Gedanke, das Verhalten von Eiseneinlagen und die Prüfung der richtigen Armierung auch ohne Zerstörung des Bauwerkes vornehmen zu können, führt zur Anwendung der Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen. Dahingehende Versuche werden mitgeteilt. Mit Abb. Schweizerische Bauzeitung 1916. Bd. 68, Nr. 2.

IV. Vorschriften und Leitsätze.

— — —

V. Ausführungen.

1. Allgemeines über Beton und Eisenbeton, Zement-, Beton- und Eisenbetonwaren. Bauunfälle.

— — —

2. Ausführungen im Hochbau.

Kabelkrane bei der Ausführung von Hochbauten. Von Ingenieur H. H. Dietrich in Leipzig. Die verschiedenen Systeme der Baukabelkrane werden nach ihrer Ausbildung und Anwendung bei einer Zahl großer Bauwerke mit Abb. besprochen. Deutsche Bauztg., Mitteil. 1916. Nr. 14.

Seilbahnkrane neuerer Bauart. Von Dipl.-Ing. G. W. Heinold in Duisburg. Die maschinentechnische Abhandlung bringt eine große Zahl auch für den ausführenden Bauingenieur wichtiger Angaben über die verschiedenen Ausführungen von Kabelkranen. Mit vielen Abb. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1916. Bd. 60, Nr. 25 u. 27.

Einige Ausführungen von Pilzdecken. Mitgeteilt von Paul Kaufmann, Oberingenieur der Firma Ed. Züblin & Co., Straßburg i. Els. Es

werden einige von genannter Firma ausgeführte trägerlose Eisenbetondecken, sog. Pilzdecken, mit Abb. beschrieben. Der Rechnungsgang für ihre statische Untersuchung und die Ergebnisse verschiedener Belastungsproben werden mitgeteilt. Beton u. Eisen 1916. Heft XI.

Mehrgeschossige Stallanlagen der Wiener Molkerei. Erbaut vom Architekten Professor der Technischen Hochschule Leopold Simony, Wien. Die Gesamtanlage wird mit Abb. nach Grundriß und Aufriß ausführlich beschrieben, ebenso werden Einzelheiten über die Ausbildung einzelner Bauteile und der inneren Einrichtung für den Betrieb mitgeteilt. Beton u. Eisen 1916. Heft XI.

Silos mit schräger Einengung im oberen Teile. Von Chr. J. Thorup, beratender Ingenieur für Eisen- u. Eisenbetonkonstruktionen zu Kopenhagen (Dänemark). Der für solche Silos anzuwendende allgemeine Rechnungsgang zur statischen Untersuchung wird mitgeteilt und seine Anwendung am Zahlenbeispiel gezeigt. Beton u. Eisen 1916. Heft XI.

3. Ausführungen im Brückenbau.

Straßenbrücke über die Sihl bei Schöenen. Von Dipl.-Ing. Fritz Locher, in Firma Locher & Co., Zürich. Die 3,0 m breite Eisenbetonbrücke von 90 m Länge überspannt die Sihl in einem Bogen von 51,8 m lichter Weite und 13,3 m lichter Pfeilhöhe. Beiderseits schließen sich die Zufahrten als Balkenbrücken von 35,3 m Länge an. Sehr ausführlich wird die Gründung, das Lehrgerüst und die Belastungsprobe mitgeteilt. Abb. mit Einzelheiten. Schweizerische Bauzeitung 1916. Bd. 68, Nr. 1.

Die Thayabrücke bei Erdberg samt Ergebnissen der Belastungsversuche. Von Dr.-Ing. Alfred Hawranek, o. ö. Professor der Deutschen Technischen Hochschule in Brunn. In der Veröffentlichung, die die ausführliche Beschreibung der Planung und der Bauausführung dieser Eisenbetonbogenbrücke aus 2 Öffnungen von 23 m lichter Weite bringt, interessieren besonders die am Bauwerk vorgenommenen Belastungsversuche, die das Zusammenwirken von zwei gleichen Öffnungen mit einem elastischen Mittelpfeiler klären sollen, worüber bis jetzt noch nirgends Messungen angestellt worden waren. Mit Abb. Zeitschrift für Betonbau 1916. Heft 6.

Gesprengte Brücken in Eisenbeton. Abb. zeigen, wie durch Sprengung der Mittelloffnung und der beiden Seitenfelder der einen Rampe an je drei Punkten das Tragwerk der Straßenbrücke bei Przeczycza, Bez. Pilzno in Galizien, vollständig zerstört und unbrauchbar wurde. Beton u. Eisen 1916. Heft XI.

4. Ausführungen im Wasserbau.

Kaimauer nach dem sogenannten „Zellensystem“ im Hafen von Halifax.

Mit Abb. wird diese neue Bauweise beschrieben, die aus Eisenbetongehäusen zusammengesetzt ist, sich den vorhandenen Untergrundverhältnissen und den verschiedenen Höhen leicht anpaßt und mit billigem Massenbeton oder Schüttsteinen gefüllt werden kann. Angabe von Einzelheiten. Wochenschrift f. d. öffentl. Baudienst 1916. Heft 28.

Das Stauwehr bei Vissoye des Elektrizitätswerkes der Gemeinde Siders. Von Ingenieur K. A. Breuer. Ausführliche Beschreibung dieser größeren Stauanlage. Mit Abb. Schweizerische Bauzeitung 1916. Bd. 67, Nr. 18.

Spundwände bei Ausschachtungen neben bestehenden Gebäuden. Von Dr.-Ing. W. Lesser. Die Spundwand besteht aus Wölblechen mit beiderseitig anschließenden L-Eisenträgern und ist der Firma Siemens & Halske durch Patent geschützt. Durch diese Ausbildung soll der Boden hinter der Spundwand gepreßt und damit das bei anderen Spundwänden eingetretene Setzen der Gründungen alter Gebäudeteile vermieden werden. Abb. zeigen ihre Anwendung beim Bau des Straßenbahntunnels Unter den Linden zum Schutze des östlichen Flügels des Universitätsgebäudes. Einzelheiten der Ausbildung werden gezeigt. Zentralblatt der Bauverwaltung 1916. Nr. 53.

Ästhetische Gesichtspunkte bei Wasserbauten. Von Prof. Dr.-Ing. Robert Weyrauch, Stuttgart. Nachdem sich Verfasser zunächst allgemein über die Forderung ästhetischer Ausgestaltung von technischen Bauwerken ausspricht, zeigt er mit Abb. deren Anwendung für fast alle Gebiete des Wasserbaues. Der Industriebau 1916. Heft III.

5. Ausführungen im Straßen-, Eisenbahn-Tunnel- und städtischen Tiefbau.

Das städtische Wasserwerk Altona unter besonderer Berücksichtigung der neu erbauten Schnellfilteranlage. Architekt: Stadtbauinspektor Heil. Technische Einrichtung: Direktion des Gaswerks Altona. Die Gesamtanlage und ihre Einzelheiten werden mit vielen Abb. beschrieben. Der Industriebau 1916. Heft IV. — s. L. 1916. Heft 7, V. 5.

Der Umbau des Bahnhofs in Cannstatt. In der kurzen Beschreibung werden die beiden Hauptbauwerke, die neue Eisenbahnbrücke über den Neckar und der Rosensteintunnel, die bereits fertiggestellt sind, mit Abb. kurz besprochen. Zentralblatt der Bauverwaltung 1916. Nr. 56.

Der neue Bahnhof in Stuttgart-Cannstatt. Desgl. Deutsche Bauzeitung 1916. Nr. 52.

VI. Allgemeine Fragen.

Bernhard Liebold †. Nachruf für den Gründer der bekannten Baufirma. Deutsche Bauzeitung, Mitteilungen 1916. Nr. 13.

VERSCHIEDENE MITTEILUNGEN.

Meldestelle der Stückschlackenkommission.

Auf Ersuchen des Vereins deutscher Eisenhüttenleute hat der Herr Minister der öffentlichen Arbeiten vor einigen Jahren eine Kommission eingesetzt, die die Verwendbarkeit der Hochofenschlacke als Zuschlag zu Beton- und Eisenbetonbauten eingehend prüfen soll. Diese Kommission, in der u. a. auch die Baubehörden des Reiches und Preußens sowie die Beton- und Zementindustrie vertreten sind, hat durch das Königliche Materialprüfungsamt Berlin-Lichterfelde größere Versuchsreihen durchführen lassen, die dem Abschluß nahe sind. Daneben hat die Kommission auch eine Rundfrage über die bisherige Bewährung der Hochofen-Stückschlacke im Betonbau veranstaltet. Nur in ganz vereinzelten Fällen wurden schlechte Erfahrungen mitgeteilt. Da diese Fälle aber z. T. viele Jahre zurückliegen, so konnte bei ihnen meist eine einwandfreie Aufklärung nicht mehr erfolgen. Um nun in Zukunft etwaigen Schäden, die bei Betonbauten durch Verwendung von Hochofenschlacke auftreten sollten, sofort aufklärend nachgehen zu können, soll eine Meldestelle eingerichtet werden. Ebenso wie es seit Jahren beim Eisenbetonbau geschieht, sollen gemäß Kommissionsbeschluß von jetzt ab alle ungünstigen Erfahrungen mit Hochofenstückschlacke und Hochofenschlackensand im Beton- oder Eisenbetonbau an den Verein deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf 74, Breite Str. 27 berichtet werden. Der Verein wird die eingehenden Meldungen sammeln, untersuchen und der Kommission den Befund mitteilen.

Es ergeht daher an alle Kreise, insbesondere Baukreise, die dringende Bitte, ihnen bekannt werdende Fälle, in denen die Verwendung von Hochofenschlacke, sei es in Form von Stückschlacke oder Schlackensand, zu Schäden an Beton- oder Eisenbetonbauten geführt hat, der vorgenannten Meldestelle umgehend anzuzeigen. Ausdrücklich sei bemerkt, daß unter Schlackensand nur Hochofenschlacke verstanden wird, die durch Luft- oder Dampfstrahl zerstäubt oder durch Einlaufenlassen in Wasser gekörnt (granuliert) worden ist, nicht aber Hochofenschlacke, die beim Lagern an der Luft von selbst in Pulverform übergegangen ist und die man als Schlackenmehl bezeichnet.

Die Meldungen sollen möglichst ausführlich sein. Am besten bedient man sich hierzu eines Fragebogens, der von der oben bezeichneten Meldestelle auf Verlangen sofort abgegeben wird.

Die Meldungen sollen u. a. enthalten: Angaben über das Alter des Bauwerks; welche Mängel beobachtet wurden; bei welchen Bauteilen diese aufgetreten sind; worauf sie nach Ansicht

des Bauleiters zurückzuführen sind; welche Zuschläge zum Beton verwendet wurden; wie das Mischungsverhältnis war, usw. Von besonderer Wichtigkeit ist es, bei auftretenden Schäden sofort von dem benutzten Zuschlagsmaterial und Zement Proben von mindestens 5 kg zurückzuliegen.

Die Kosten für die Einsendung der Proben werden von der oben genannten Meldestelle gern erstattet.

Endgültiges über die Kriegsklausel. Der Krieg als „höhere Gewalt“.

Wenn noch Zweifel bestanden haben, daß das Reichsgericht auf dem Standpunkt stehe, wonach der Ausbruch des Krieges von der Lieferungspflicht entbinde, wenn der Lieferungsvertrag die bekannte Kriegsklausel enthält, ohne daß der Lieferant den Nachweis der Lieferungsumöglichkeit zu führen habe, so sind dieselben durch die jüngsten Entscheidungen des höchsten Gerichtshofes endgültig beseitigt. In seiner am 7. Juli dieses Jahres gefällten Entscheidung erklärt der 2. Zivilsenat ausdrücklich, daß er, zum Beispiel dem Hanseatischen Oberlandesgericht gegenüber, an seiner Rechtsauffassung festhält, und beruft sich auf seine früheren Urteile, von denen namentlich die am 14. April 1916 und am 20. Mai 1915 von grundlegender Bedeutung sind. In dem letzteren, das sich die Handelswelt während des Krieges stets gegenwärtig halten sollte, wird ausgeführt:

„Mit der Klausel „Krieg vorbehalten“ erklärt der Verkäufer, daß er im Fall des Kriegseintrittes an den Lieferungsvertrag nicht gebunden sein will. Er will also keineswegs nur dann von der Lieferungspflicht frei werden, wenn der Krieg die Unmöglichkeit der Leistung verursacht, sondern wenn er überhaupt eintritt.“

„Zweifel beginnen erst bei der Frage, welche Tatbestände mit dem Wort „Krieg“ gemeint sind. Wenn sich der Lieferungsvertrag darüber nicht ausspricht, so muß er nach Treu und Glauben mit Rücksicht auf die Verkehrssitte ergänzend ausgelegt werden. Offenbar ist nicht jeder Krieg, der irgendwo in der Welt ausbricht, gemeint. Wenn z. B. Chile an Peru den Krieg erklärt, so ist das nicht der Tatbestand eines Krieges im Sinne des vertraglichen Vorbehaltes. Gemeint sind offenbar nur solche Ereignisse, die auf Betriebe, von denen der Lieferant abhängt, wesentlich, erheblich störend einwirken.“ Auf den zur Entscheidung stehenden Fall exemplifizierend sagt das Reichsgericht: „Der Ausbruch des gegenwärtigen Krieges hat alle Voraussetzungen, unter denen der Lieferant und der hinter ihm stehende Fabrikant arbeiten, geändert. Daß Lieferpflichten, die sich über Monate erstrecken, für sie nach Ausbruch des Krieges eine ganz andere Last bedeuten als in gewöhnlichen Zeiten, liegt auf der Hand.“ — „Ob der Lieferant nach den Vorräten, die er zur Verfügung hat, imstande ist, die laufenden Verträge zu erfüllen, ist gleichgültig. Der bedungene Vorbehalt schließt aus, daß er sich mit den Käufern auf Erörterungen über seine geschäftlichen Interna einzulassen hätte.“

Völlig gleichbedeutend mit der Kriegsklausel ist nach ständiger Rechtsprechung des Reichsgerichts die Klausel „Force majeure“. Sie befreit ebenso von der Lieferungspflicht. Dies spricht der Senat in seiner Entscheidung vom 29. April ds. Js. unzweideutig aus: Der Krieg ist ein Ereignis höherer Gewalt; denn der einzelne kann durch seine Kräfte den Ausbruch des Krieges oder seine Einwirkung auf das Wirtschaftsleben nicht abwenden.

Die zivilrechtlichen Wirkungen militärischer Warenbeschlagnahmen auf bestehende Lieferungsverträge.

Urteil des Reichsgerichts vom 21. Januar 1916.

Bekanntlich entbindet die Unmöglichkeit der Leistung den Schuldner von der Erfüllung derselben. Dies gilt besonders bei Lieferungsverträgen, wenn der Lieferant aus irgend welchen Gründen plötzlich von der Unmöglichkeit der Lieferung der vertragsmäßig bedungenen Ware steht. Diese Unmöglichkeit kann auf den verschiedensten Ursachen beruhen, sie kann eine vorübergehende oder dauernde sein usw. Im folgenden Fall handelt es sich um die Frage, welche Rechte dem Käufer zustehen, wenn der Verkäufer durch militärische Beschlagnahme seiner Waren augenblicklich an der Erfüllung des Vertrages gehindert wird.

Am 6. November 1914 schlossen die Firma B. & Co., offene Handelsgesellschaft in B. und der Kaufmann S. in Firma U. sen. Nachfl. in B. einen Vertrag, wonach letzterer an erstere 3000 dreiteilige Militärornister zu liefern hatte, und zwar zu gleichen Teilen im Dezember 1914 und Januar und Februar 1915. Die Firma B. hatte ihrerseits die Ornister an die Heeresverwaltung abzugeben. Die Lieferung für Dezember wurde prompt ausgeführt; am 15. Januar 1915 schrieb jedoch S. an die Firma B., das Generalkommando des . . . Armeekorps habe sein Warenlager beschlagnahmt, er sei deshalb nicht in der Lage, die noch ausstehenden 2000 Ornister zu liefern, da die Firma B. der Behörde gegenüber als Privatabnehmerin gelte. Er bitte jedoch um ihren von der dortigen Heeresverwaltungsstelle ihr erteilten Originalauftrag; er wolle dann versuchen, die beschlagnahmten Ornister frei zu bekommen. Bereits am 18. Januar war S. auch in der Lage, an die Firma B. zu telegraphieren: „Erhalte Mitteilung, daß die Beschlagnahme aufgehoben. Darf Ihren Auftrag ausführen“. Die Firma B. antwortete darauf, sie habe sich schon anderweit eingedeckt und verzichte auf die Lieferung. Als trotzdem S. die Ware absandte, verweigerte die Firma B. Abnahme und Zahlung. Nunmehr erhob S. Klage gegen die Firma B. mit dem Antrag, diese zur Abnahme und Zahlung des Kaufpreises zu verurteilen. Das Landgericht Berlin gab der Klage statt; auf die Berufung der Beklagten entschied das Kammergericht im selben Sinne und zwar aus folgenden Gründen:

In dem Brief des Klägers vom 15. Januar 1915 erblickt die Beklagte die Anzeige einer Unmöglichkeit der Leistung. Diese Auslegung ist nicht zutreffend. Der Kläger hat der Beklagten lediglich mitgeteilt, daß seine Bestände von der Militärbehörde beschlagnahmt worden seien und daß er mit Rücksicht darauf, daß die Beklagte zunächst als Privatabnehmerin gelte, um Übersendung ihres Originalauftrages bitte, um mit Hilfe dieses Dokumentes die Freigabe der 2000 Ornister zu erwirken. Dieses Verhalten des Klägers ist nicht zu beanstandend. Es geht aus seinem Schreiben weder hervor, daß eine länger andauernde Unmöglichkeit der Leistung zu erwarten ist, noch daß er sich weigert, den Vertrag auszuführen. Im Gegenteil erklärt sich der Kläger bereit, der Behörde zu beweisen, daß es sich, wenn auch indirekt, um eine Heereslieferung handle, und auf diese Weise zu versuchen, die Zurücknahme der Beschlagnahme zu bewirken. Den Erfolg seiner Bemühungen hat der Kläger der Beklagten in der Depesche vom 18. Januar 1915 angezeigt. Zu einer anderweiten Eindeckung wäre die Beklagte erst dann berechtigt gewesen, wenn der Kläger ihr mitgeteilt hätte, daß sein Versuch, eine Zurücknahme der Beschlagnahme zu bewirken, fehlgegangen war, oder daß die Beschlagnahme sich über eine längere Zeit erstreckte. Die Stelle des Briefes: „Bin nicht in der Lage, die übrigen 2000 Ornister zu liefern“, darf nicht aus dem ganzen Zusammenhang herausgerissen und einer

willkürlichen Auslegung unterzogen werden. Ist sonach das Schreiben des Klägers vom 15. Januar weder als eine Unmöglichkeitserklärung noch als eine Weigerung zu liefern, anzusehen, so kann von einer Berechtigung des Verhaltens der Beklagten, welche die Abnahme und Bezahlung der Ware verweigerte, keine Rede sein. Dem Klageantrag mußte demnach stattgegeben werden.

Gegen diese Entscheidung legte die Beklagte Revision beim Reichsgericht ein. Sie machte geltend, daß sie ihrerseits der Heeresverwaltung für eine prompte Lieferung nahe haften müssen und daß man ihr deshalb nicht zumuten könne, aufs Ungewisse, den Erfolg des Versuchs des Klägers, die Beschlagnahme rückgängig zu machen, abzuwarten. Die höchste Instanz vermochte jedoch in dem angefochtenen Urteil einen Rechtsverstoß nicht zu erblicken und wies das Rechtsmittel als unbegründet zurück. (Aktenzeichen II. 322/15.) Sk.

Besondere Ersparnisse des Verkäufers bei der Verfrachtung geschehen zugunsten des Käufers.

Urteil des Reichsgerichts vom 4. Juli 1916.

Im allgemeinen hat die Kosten der Übersendung der Käufer zu tragen. Er hat dem Verkäufer die Spesen für die Fracht zu vergüten, aber nur in der Höhe, wie sie tatsächlich vorliegen. Macht der Verkäufer durch besonders günstige Verfrachtung oder dergl. mehr besondere Ersparnisse, so kann er von dem Käufer nicht etwa Bezahlung des normalen Frachtsatzes verlangen und das Ersparnis für sich behalten. Dies lehrt der folgende Rechtsstreit:

Im Jahre 1905 schlossen die R.-W. Kalkwerke, Aktiengesellschaft in Dornap mit den R. Stahlwerken, Aktiengesellschaft in Duisburg einen Vertrag, demzufolge die letzteren ihren Bedarf an Kalksteinen und gebranntem Kalk vom 1. Januar 1907 bis zum 31. Dezember 1916 bei den ersten decken sollten. Die Verfrachtung sollte in 10-Tons-Wagen erfolgen. Die Fracht hatte die Käuferin zu tragen, wobei von dem gewöhnlichen Tarif von 2,6 Pf. für die Kilometertonne ausgegangen wurde. Ermäßigungen dieses Tarifs sollten zugunsten der Käuferin, Erhöhungen desselben zu ihren Lasten gehen. Im Jahre 1912 erließ nun die preußische Eisenbahnverwaltung eine Verfügung, wonach ab 1. Oktober 1912 bei Verwendung von 15-Tons-Wagen eine Prämie an den Verfrachter gewährt werden sollte. Die Kalkwerke benutzten alsbald zur Erfüllung ihrer Lieferungspflicht gegenüber den Stahlwerken statt 10-Tons- 15-Tons-Wagen, um diese Prämie für sich zu gewinnen. Anderer Auffassung waren jedoch die Stahlwerke, welche geltend machten, nach dem Vertrage gingen Ermäßigungen des Tarifs zu ihren Gunsten. Sie verweigerten daher den Kalkwerken die Auszahlung der von diesen auf die angegebene Weise gesparten Summe, worauf die Kalkwerke den Klageweg beschritten. Es wurde von ihrer Seite aus geltend gemacht, von einer allgemeinen Ermäßigung des Tarifs könne gar keine Rede sein. Es handle sich um eine alleinstehende Vergünstigung für die Benutzung von 15-Tons-Wagen, wozu sie eigentlich gar nicht verpflichtet gewesen wären, da der Vertrag von der Benutzung von 10-Tons-Wagen ausging. Das Landgericht wies die Klage ab; in demselben Sinne entschied das Oberlandesgericht Düsseldorf und zwar aus den folgenden Gründen:

Es ist der Klägerin zuzugeben, daß es sich in dem vorliegenden Falle nicht um eine allgemeine Tarifiermäßigung, sondern nur um eine singuläre Vergünstigung handelte. Es ist weiter zuzugeben, daß die Vertragsklausel einen solchen Fall nicht vorgesehen hat. Es liegt also eine Lücke in dem Vertrage vor, welche gemäß § 157 BGB. nach freiem richterlichen Ermessen unter verständiger Auslegung des übrigen Vertrages ergänzt werden muß. Es kommt darauf an, was die Parteien bei

Abschluß ihres Vertrages gewollt haben. In dieser Hinsicht ergibt sich aus der die Fracht betreffenden Klausel die Absicht der Kontrahenten, für die Klägerin einen möglichst konstanten Preis zu erzielen. Aus diesem Grunde sollte eine Erhöhung des Tarifs zu Lasten der Beklagten, eine Ermäßigung desselben zu ihren Gunsten gehen. Demnach ist anzunehmen, daß die Parteien daselbst für eine außergewöhnliche Ermäßigung bezw. Erhöhung des Tarifs bestimmt haben würden, wenn sie an diese Möglichkeit überhaupt gedacht hätten. Geht man

hiervon aus, so entbehrt die Klage der Berechtigung. Weiterhin muß aber für die Klägerin die Verpflichtung anerkannt werden, die 15-Tons-Wagen zu benutzen, wenn dies ohne Mehrkosten geschehen kann, selbst wenn sie nicht in der Lage ist, hieraus einen Vorteil zu ziehen, sondern das Ersparnis an der Fracht der Beklagten zugute kommt.

Die gegen diese Entscheidung von der Klägerin beim Reichsgericht eingelegte Revision blieb ohne Erfolg.

BÜCHERBESPRECHUNGEN.

Otto Mohr. Zum 80. Geburtstage gewidmet von E. Bähr, G. Barkhausen, F. Bohny, A. Föppl, W. Gehler, M. Grübler, F. Kögler, K. Hager, R. Mehmke, H. Spangenberg, F. Wittenbauer. Berlin 1916. Verlag von W. Ernst u. Sohn. Berlin. Geh. 8 M., geb. 9,50 M.

Das mit einem Bildnisse des Meisters unserer statischen Wissenschaften, des Geheimen Rates Prof. Dr.-Ing. E. h. Otto Mohr in Dresden versehene Werk ist von seinen Schülern und Verehrern zum 80. Geburtstage des immer noch rüstig schaffenden Gelehrten als ein warm empfundener Dankesausdruck herausgegeben für all das, was Mohr in seiner Lebensarbeit den Ingenieurwissenschaften beschert hat. Wie gewaltig diese Lebensarbeit gewesen, welche sich immer wieder erneuernde Befruchtung sie der gesamten statischen Wissenschaft gebracht hat, dafür spricht am besten die von Prof. Dr. Gehler, dem verdienstvollen Schriftleiter und Urheber des Widmungswerkes, an dessen Beginn gegebene Zusammenstellung der wissenschaftlichen Veröffentlichungen Otto Mohrs, die im Jahre 1860 beginnend bis in die allerneueste Zeit — 1916 — hineinreichen, also einen Zeitraum von 56 Jahren umspannen und nicht weniger als 48 großzügige Arbeiten umfassen, die Mohrs Namen weit über Deutschlands Grenzen getragen haben und in der geschichtlichen Entwicklung der neueren technischen Mechanik und der neuzeitlichen Baustatik einen Ehrenplatz für alle Zeiten einnehmen werden.

Aus dem Inhalte der mit 140 Textabbildungen ausgestatteten Festschrift seien hervorgehoben die Abhandlungen: des vor wenigen Wochen verstorbenen, hochbedeutenden Generaldirektors der Harcourt-Werke in Duisburg E. Bähr über Werdegang und Wirken eines Ingenieurs, ferner von G. Barkhausen-Hannover über Aussteifung langer Druckglieder durch Hängewerke, von Bohny-Sterkrade über die Verwendung hochwertiger Stähle im Brückenbau, von Föppl-München über die Berechnung des Ausnahmefachwerkes (d. h. eines solchen mit unendlich großen Spannkraften unter bestimmten Belastungen), von Gehler-Dresden über Rahmenberechnung mittels der Drehwinkel, von Grübler-Dresden über das Kriterium der Zwangsläufigkeit der Schraubenketten, von Hager-München über Spannungen in gleichmäßig gedrückten Prismen, von Kögler-Berlin über Einflußlinien und Einflußpläne, von Mehmke-Stuttgart über neue Konstruktionen für Inhalt, Schwerpunkt und Mohr-Landsche Trägheitskreise beliebig begrenzter ebener Flächen, von Spangenberg-Dresden über allgemeine Beziehungen für die Bemessung rechteckiger Eisenbetonquerschnitte bei Kraftangriff außerhalb des Kerns, und endlich von Wittenbauer-Graz über das Gleichgewicht ebener kinematischer Ketten.

Schon die Titelzusammenstellung dieser auf 228 Seiten sich erstreckenden Abhandlungen läßt erkennen, daß es sich bei der Mohrschen Jubiläumsschrift um eine hervorragende Gabe deutscher Gelehrter handelt, die allen Fachgenossen, namentlich des Bauingenieurwesens wärmstens empfohlen werden kann und in würdigster Weise die Erinnerung an den 80. Geburtstag Mohrs festhält und die reiche Fruchtbarkeit seiner Lehrtätigkeit und Lebensarbeit widerspiegelt.

Besonderer Dank gebührt Geheimrat Professor Dr. G. Barkhausen, der den Gedanken zur Herausgabe der Widmungsschrift gefaßt, und dem Schriftleiter Prof. Dr. Gehler, der ihn in vorbildlicher Art in die Tat umgesetzt hat. Möge die Festschrift in weitesten Kreisen Verbreitung finden, sie ist es ihrem Inhalte nach in bestem Sinne wert. M. F.

Die Theorie des statisch unbestimmten Fachwerks. Von Dr.-Ing. Otto Mohr, Geheimer Rat und Professor. Mit 22 Textabbildungen. Berlin 1916. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. (Preis 1 Mark.)

In Gegensatz zu den Eisenbauten, bei denen die Klarheit im System die Vorbedingung für eine möglichste Ausnutzung des hochwertigen Baustoffs bildet, sind die Grundformen im Eisenbetonbau besonders infolge der Erzeugungsweise des Baustoffs bekanntlich vielfach statisch unbestimmt. Der entwerfende Ingenieur hat sich nun mit Recht gewisse Verfahren angeeignet, die ihm täglich bei seinen Entwurfsarbeiten ein wertvolles Handwerkszeug bilden, die aber auch leicht zur Schablone erstarren können und ihm dann den Blick für einfachere, kürzere Wege trüben, die ihn in bestimmten Fällen rascher zum Ziele führen könnten. So wird z. B. das sogenannte Prinzip der Formenänderungsarbeit nach Castigliano häufig als das einzige, nie versagende Mittel zur Lösung statisch unbestimmter Aufgaben angesehen und auch dort angewendet, wo der höher stehende Statiker einfachere Wege einzuschlagen vermag. Die Lust am Differenzieren und Integrieren führt leicht zu einer Oberflächlichkeit des statischen Denkens und des Fühlens, die doch stets der wesentliche Grundzug bei den Entwurfsarbeiten eines Ingenieurs bleiben müssen.

Jedem Fachmann ist es daher wohl zu empfehlen, daß er gelegentlich seinen Blick von der alltäglichen Arbeit erhebt und zu den Werken der Meister unserer Wissenschaft greift, um mit ihnen rückschauend den Grundgedanken nachzugehen, auf denen sich unsere Wissenschaft aufbaut. Ein willkommener Führer zu den einfachen Grundlehren des heute so bedeutsamen Gebietes der Statik der unbestimmten Systeme, der uns dabei gleichzeitig neue bedeutsame Wege weist, ist die jüngste Abhandlung von Otto Mohr, die er „Die Theorie des statisch unbestimmten Fachwerks“ benennt. In geradezu klassischer Kürze und Klarheit leitet der achtzigjährige Forscher hier die Grundsätze dieser Theorie vom Ursprung an her, also ohne auf andere Arbeiten aufzubauen, so z. B. die Hauptgleichung der Theorie des Fachwerks, die vielfach auch als die Arbeitsgleichung bezeichnet wird, das Formänderungsgesetz und die Formänderungsarbeit.

Den Schluß bildet die Anwendung dieser Lehren auf den Bogen, den mehrstieligen Rahmen und den durchlaufenden Träger, wobei durch die Einführung eines stellvertretenden Fachwerks ein auch für andere Anwendungszwecke wertvoller Übergang vom Fachwerk auf die Vollwandträger vollzogen wird. Durch die Anwendung der Arbeitsgleichung erhält man z. B. bei den Rahmen eine Gleichgewichtsgruppe von genau derselben Form wie beim Fachwerk. Nur stehen dann an Stelle der Stabkräfte als Unbekannte allenthalben die Biegemomente. Die ihnen

anhaftenden Beiwerte werden durch Summenausdrücke gebildet, die Mohr in äußerst geschickter Weise mit Hilfe der Simpsonschen Regel höchst einfach bestimmt. An einem Zahlenbeispiel des dreistieligen Rahmens wird sodann die Bedeutung dieses neuen Verfahrens für die Anwendung dargelegt.

Eine besondere Überraschung bringt aber die Verwendung des gleichen Verfahrens zur Berechnung des durchlaufenden Trägers. Sie führt zu einer allgemeinen Gleichung, der Formänderungsbedingung, in der 3 Parameter vorkommen. Erfüllen nun 2 von diesen Werten bestimmte lineare Gleichungen, so wird dadurch erreicht, daß die Beiwerte von 2 Stützenmomenten gleich Null werden. Dann ergibt sich also aus der allgemeinen Formänderungsbedingung eine lineare Gleichung mit nur einer Unbekannten zur Ermittlung des gesuchten Stützenmomentes. Werden im besonderen Falle zwei dieser Parameter gleich null und der dritte gleich 1 gesetzt, so erhält man die bekannte Dreimomentengleichung in der Clapeyron'schen Form. Diese von Mohr neu gefundenen überraschend einfachen Beziehungen werden der Fachwelt zweifellos noch vielfache Anregungen zu weiterem Ausbau geben.

Die vorliegende Abhandlung gehört zu dem Besten, was Otto Mohr in seiner reichgesegneten 56jährigen wissenschaftlichen Wirksamkeit der Fachwelt beschert hat. Sie hat aber noch eine besondere Bedeutung dadurch, daß sie gerade zur Zeit des 80jährigen Geburtstages Otto Mohrs entstand, wie auch in dem Vorwort zu der Widmungsschrift „Otto Mohr zu seinem achtzigsten Geburtstag“ (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1916) von mir dargelegt worden ist. W. Gehler.

Verwaltungsbericht über das zwölfte Geschäftsjahr 1914—1915 des Deutschen Museums und Bericht über die Sitzung des Vorstandes und Vorstandsrates am 27. und 28. Oktober 1915.

Der Bericht behandelt die Kriegsmaßnahmen des Museums, seine Verwaltung, den Museumsbesuch, Reise-Stiftungen, Veröffentlichungen, die Ausgestaltung der Sammlungen und endlich den Museumsneubau, dessen Eröffnung etwa 2 Jahre nach Kriegsende erhofft werden kann. Jedenfalls läßt aus dieser Bericht wiederum erkennen, daß nach wie vor Großes vom Deutschen Museum geleistet wird und noch Größeres von der Zukunft erwartet werden darf. Alle dort geleistete produktive Arbeit ist ein erneuter Beweis der inneren Stärke und der kraftvollen Ruhe des Deutschen Reiches. M. F.

Dr. Herrmann Passow, Hochofenzement und Portlandzement im Meerwasser und salzhaltigen Wässern. Berlin 1915. Verlag der Tonindustrie-Zeitung. Preis 1,50 M.

Das Schriftchen behandelt in kritischer Weise die Bewertung der Proben, welche der Verfasser über das Verhalten der Hochofenzemente und Portlandzemente in Natriumsulfat- und Magnesiumsulfat-Lösung angestellt hatte, deren Ergebnisse sich aber nicht mit denen decken, welche zum gleichen Zwecke der Verein Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten ausgeführt hat.

Als Einleitung gibt der Verfasser den Inhalt des offenen Briefes wieder, welchen letztgenannter Verein in obiger Streitsache an ihn gerichtet hat, und gibt dann, an der Hand neuester Versuchsergebnisse, die durch Zahlentafeln und Lichtbilder in bestverständlicher Weise erläutert werden, seiner Meinung von der Richtigkeit der seinerzeitigen Feststellungen Ausdruck, die darin gipfeln, daß in den genannten Lösungen und im Meerwasser die Hochofenzemente sich erheblich besser halten, als die Portlandzemente. Wertvoll ist auch die Mitteilung, daß

die Kaiserliche Marine in ihren umfangreichen Bauten beim Kriegshafen in Helgoland allmählich immer mehr Hochofenzement verwendet und daß dessen dortige Benutzung vom Jahre 1912 von rd. 500 t sich bis 1915 auf rd. 5000 t gehoben hat. M. F.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Ingenieurwesens (herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure) Heft 177. Erfahrungsmaterial über das Unbrauchbarwerden der Drahtseile von C. Bach. Berlin 1915. Preis 1 M. Selbstverlag des Vereins Deutscher Ingenieure.

Die hier vorgelegten hochwertvollen Erfahrungen über das Unbrauchbarwerden der Drahtseile sollen die Grundlage bilden für Dauerversuche mit solchen, die von der Jubiläums-Stiftung der deutschen Industrie in Zukunft durchgeführt werden und die Sicherheit bieten sollen, daß die Versuchsergebnisse später auch auf die Praxis mit ausreichender Zuverlässigkeit übertragen werden können. Vorwiegend handelt es sich hier um die Lebensdauer der Drahtseile und die Bedingungen, welche hierauf erheblichen Einfluß ausüben. Als solche kommen in Frage: Überanspruchung im Betriebe, Beschädigung durch Rollen-Trommeln, innere Berührung und Abnutzung hierdurch. Die nach den Erfahrungen in dem Material-Prüfungsamt zu Groß-Libhterfelde, in der Stuttgarter Material-Prüfungsanstalt, ferner von den Gebrüdern Sulzer in Winterthur, von A. Borsig in Tegel u. a. m. gesammelten Ergebnisse enthalten außerordentlich viel Wertvolles für die Frage jeglichen Drahtseilbetriebes, sodaß ein genaues Studium der v. Bachschen Veröffentlichung wärmstens empfohlen werden muß. M. F.

Der Betonpfahl in Theorie und Praxis. Von Dr.-Ing. Otto Leske. Mit 20 Textabbildungen. Berlin 1916. Verlag von W. Springer. Preis 2,40 M.

Die Abhandlung zerfällt in 2 Hauptabschnitte, Der erste befaßt sich mit der Theorie der Pfahlgründungen, ihrem bisherigen Stande und neueren, vom Verfasser ausgeführten Untersuchungen. Diese erstrecken sich vorwiegend auf den Vergleich zwischen dem Konus- und Zylinder-Pfahl, auf den Wert dynamischer und empirischer Rammformeln und gelangen zu dem — allerdings negativen — Ergebnisse, daß allen üblichen Methoden der Pfahlberechnung ein wissenschaftlicher Wert abgestritten werden muß. Deshalb bedeutet es nach der Meinung des Verfassers, der nur zugestimmt werden kann, einen Gewinn für die Praxis, wenn davon Abstand genommen wird, dem nicht erreichbaren Ziel einer allgemeinen Rammformel nachzujagen; bei der theoretisch zu bemessenden Tragfähigkeit der Pfähle empfiehlt es sich deshalb nur an Erfahrungen unter durchaus ähnlichen Bauverhältnissen, wie für den betr. Fall, anzuknüpfen oder auf Proberammung zurückzugreifen.

Abschnitt II befaßt sich mit der Konstruktion und Beurteilung der verschiedenen Pfahlsysteme und bezweckt eine auch zum Nachschlagen geeignete Zusammenstellung in dieser Hinsicht zu geben, um dem Ingenieur in der Praxis die Wahl des jeweils vorteilhaftesten Pfahles zu erleichtern. Hier werden im besonderen behandelt: Vorzug des Betons als Pfahlbaustoff, der fertige Betonpfahl und die im Baugrunde erst hergestellten Pfähle (System: Dulac, Mast, Raymund, Wolfholz, der Simplex-Pfahl, Pfähle mit Fußverbreiterung).

Ein ausführliches Literaturverzeichnis schließt die verdienstvolle Arbeit ab, deren Studium allen denen, die mit Pfahlgründung sich zu befassen haben, angelegentlichst empfohlen sei. M. F.

Dem Verfassern größerer Originalbeiträge stehen je nach deren Umfang bis zu 10 Exemplaren des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn bei Einsendung des Manuskriptes ein entsprechender Wunsch mitgeteilt wird. Sonderabdrücke werden nur bei rechtzeitiger Bestellung und gegen Erstattung der Kosten geliefert.